

AUFBAURICHTLINIEN

TRUCKNOLOGY® GENERATION A (TGA)

Edition 2012 **Version 1.1**

HERAUSGEBER

MAN Truck & Bus AG

(im Text nachfolgend MAN genannt)

Abteilung SMTSE-ESC

Engineering Services

Consultation

Dachauer Str. 667

D - 80995 München

E-Mail:

esc@man.eu

Fax:

+ 49 (0) 89 1580 4264

Technische Änderungen aus Gründen der Weiterentwicklung vorbehalten.



TRUCKNOLOGY® GENERATION A (TGA)


MAN


MAN





In Bildern genannte ESC-Nummern dienen der internen Organisation.
Sie haben für den Leser keine Bedeutung.

Wenn nicht anders angegeben: Alle Maße in mm, alle Gewichte und Lasten in kg.



1. Gültigkeit und rechtliche Vereinbarungen

1.1 Gültigkeit

Die Aussagen in diesen Richtlinien sind verbindlich, Ausnahmen können - bei technischer Machbarkeit - nur auf schriftliche Anfrage bei MAN, Abteilung SMTSE-ESC, Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“, genehmigt werden.

1.2 Haftung und Genehmigungsablauf

1.2.1 Voraussetzungen

Das ausführende Unternehmen muss zusätzlich zu diesen Aufbaurichtlinien alle auf den Betrieb und Aufbau des Fahrzeugs anzuwendenden

- Gesetze und Verordnungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Betriebsanleitungen

beachten. Normen sind technische Standards, sie sind daher Mindestanforderungen.
Wer nicht bemüht ist, diese Mindestanforderungen einzuhalten, handelt fahrlässig. Normen sind verbindlich, wenn sie Bestandteil von Vorschriften sind.

Auskünfte von MAN auf telefonische Anfragen sind unverbindlich, es sei denn, sie werden schriftlich bestätigt. Anfragen sind an die jeweils zuständige Abteilung der MAN zu richten. Angaben beziehen sich auf Einsatzverhältnisse wie sie in Europa üblich sind. Davon abweichende Maße, Gewichte und andere Basiswerte müssen bei der Aufbauauslegung, Aufbaubefestigung und Hilfsrahmengestaltung berücksichtigt werden. Die durchführende Firma muss dafür sorgen, dass das Gesamtfahrzeug den zu erwartenden Einsatzverhältnissen standhält.

Für gewisse Aggregate, wie z.B. Ladekräne, Ladebordwände, Seilwinden ect. haben die jeweiligen Hersteller eigene Aufbauvorschriften ausgearbeitet. Sofern sie im Vergleich zu den MAN-Aufbaurichtlinien weitere Auflagen vorschreiben, sind auch diese einzuhalten.

Hinweise auf

- gesetzliche Bestimmungen
- Unfallverhütungsvorschriften
- Verordnungen der Berufsgenossenschaften
- Arbeitsvorschriften
- sonstige Richtlinien und Quellenangaben

sind keineswegs vollständig und lediglich als Informationsanregung gedacht.
Sie ersetzen nicht die eigene Prüfpflicht des Unternehmens.

Durch Fahrzeugänderungen, den Aufbau und seine Gestaltung sowie durch den Betrieb von Aggregaten mittels Fahrzeugmotor wird der Kraftstoffverbrauch erheblich beeinflusst. Es wird daher erwartet, dass die durchführende Firma ihre Konstruktion so gestaltet, dass ein möglichst niedriger Kraftstoffverbrauch erreicht wird.



1.2.2 Verantwortung

Die Verantwortung für eine fachgerechte

- Konstruktion
- Produktion
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen

hat immer und in vollem Umfang das Unternehmen, welches den Aufbau herstellt, montiert oder die Änderung ausführt (Produzentenhaftung). Dies gilt auch dann, wenn MAN den Aufbau oder die Änderung ausdrücklich genehmigt hat.
Von MAN schriftlich genehmigte Aufbauten/ Umbauten entbinden den Aufbauhersteller nicht von seiner Produktverantwortung.
Erkennt das durchführende Unternehmen bereits im Planungsstadium oder in den Absichten des

- Kunden
- Anwenders
- eigenen Personals
- Fahrzeugherstellers

einen Fehler, so ist der Betroffene auf seinen Fehler aufmerksam zu machen.
Das Unternehmen ist dafür verantwortlich, dass die

- Betriebssicherheit
- Verkehrssicherheit
- Wartungsmöglichkeit
- Fahreigenschaften

des Fahrzeugs keine nachteiligen Eigenschaften aufweisen.
Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit muss sich das Unternehmen bei

- Konstruktion
- Produktion von Aufbauten
- Montage von Aufbauten
- Änderung von Fahrgestellen
- Instruktionen
- Betriebsanleitungen

nach dem neuesten Stand der Technik und nach den anerkannten Regeln des Fachs richten.
Erschwerte Einsatzverhältnisse sind zusätzlich zu berücksichtigen.

1.2.3 Qualitätssicherung

Zur Erfüllung der hohen Qualitätserwartungen unserer Kunden und unter dem Gesichtspunkt der internationalen Produkt-/ Produzentenhaftung ist eine laufende Qualitätsüberwachung auch bei der Durchführung von Umbauten und der Herstellung/Montage von Aufbauten erforderlich. Dies setzt ein funktionierendes Qualitätssicherungssystem voraus.
Dem Aufbauhersteller wird empfohlen, ein den allgemeinen Anforderungen und anerkannten Regeln entsprechendes Qualitätsmanagement-System (z.B. nach DIN EN ISO 9000 ff oder VDA 8) einzurichten und nachzuweisen.

Ist MAN der Auftraggeber des Aufbaus oder der Änderung wird ein Qualifizierungsnachweis verlangt.
MAN Truck & Bus AG behält sich vor, beim Lieferanten ein eigenes Systemaudit nach VDA 8 oder entsprechende Prozessablaufuntersuchungen durchzuführen. Der VDA-Band 8 ist mit den Aufbauherstellerverbänden **ZKF** (Zentralverband Karosserie- und Fahrzeugtechnik) und **BVM** (Bundesverband Metall Vereinigung Deutscher Metallhandwerke) sowie mit dem **ZDH** (Zentralverband des Deutschen Handwerks) abgestimmt.

Schriften:
VDA Band 8
Mindestanforderungen an ein Managementsystem bei Anhänger- und Aufbautenhersteller sind beim Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), http://www.vda-qmc.de erhältlich.

1.2.4 Genehmigung

Eine Genehmigung für einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung durch MAN ist nicht erforderlich, wenn die Aufbauten oder Änderungen nach diesen Aufbaurichtlinien durchgeführt werden. Genehmigt MAN einen Aufbau oder eine Fahrgestelländerung, so bezieht sich diese Genehmigung

- bei Aufbauten nur auf die grundsätzliche Verträglichkeit mit dem jeweiligen Fahrgestell und den Schnittstellen zum Aufbau (z.B. Dimensionierung und Befestigung des Hilfsrahmens)
- bei Fahrgestelländerungen nur auf die grundsätzliche konstruktive Zulässigkeit für das betroffene Fahrgestell.

Der Genehmigungsvermerk, den MAN auf den vorgelegten technischen Unterlagen einträgt, umfasst nicht die Überprüfung der

- Funktion
- Konstruktion
- Ausstattung des Aufbaus oder der Änderung.

Die Einhaltung dieser Aufbaurichtlinien befreit den Anwender nicht von seiner Verantwortung für eine technisch einwandfreie Aufbau- oder Änderungsausführung. Der Genehmigungsvermerk betrifft nur solche Maßnahmen oder Teile, die aus den vorgelegten technischen Unterlagen zu entnehmen sind.

MAN behält sich vor, die Erteilung von Aufbau- oder Änderungsgenehmigungen abzulehnen, auch wenn früher bereits eine vergleichbare Genehmigung erteilt wurde. Der technische Fortschritt lässt eine Gleichbehandlung nicht ohne weiteres zu.
MAN behält sich weiterhin vor, diese Aufbaurichtlinien jederzeit zu ändern oder für einzelne Fahrgestelle von diesen Aufbaurichtlinien abweichende Anleitungen zu erteilen.

Haben mehrere gleiche Fahrgestelle gleiche Aufbauten oder Änderungen, so kann MAN zur Vereinfachung eine Sammelgenehmigung erteilen.

1.2.5 Vorlage der Unterlagen

Unterlagen sind nur dann an MAN zu senden, wenn Aufbauten von diesen Aufbaurichtlinien abweichen.
Ist dies der Fall, müssen prüffähige technische Unterlagen vor Beginn der Arbeiten am Fahrzeug bei MAN Abteilung SMTSE-ESC vorliegen (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
Der Auf-/Umbau darf erst nach schriftlicher Genehmigung durch MAN begonnen werden.

Ein zügiger Genehmigungsablauf erfordert:

- zweifache Ausfertigung der Unterlagen
- möglichst geringe Anzahl der Schriftstücke
- vollständige technische Angaben und Unterlagen.



Folgende Angaben sollen enthalten sein:

Fahrzeugtyp (Typschlüssel, siehe Kapitel 2.2) mit
- Fahrerhausausführung
- Radstand
- Rahmenüberhang

- Fahrzeugidentifizierungsnummer oder Fahrzeugnummer (falls bereits vorhanden, siehe Kapitel 2.2)
  Kennzeichnung der Abweichungen von diesen Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
- Achslastberechung
- besondere Einsatzbedingungen:
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

Nicht prüf- und genehmigungsfähig sind:

- Stücklisten
- Prospekte
- Fotos
- sonstige unverbindliche Informationen.

Zeichnungen haben ihren Aussagewert nur unter der ihnen zugeteilten Nummer. Es ist deshalb nicht zulässig, in den von MAN zur Verfügung gestellten Fahrgestellzeichnungen die Aufbauten oder Änderungen einzuzeichnen und zur Genehmigung vorzulegen.

1.2.6 Zulassung

Nationale Gesetze und technischen Vorschriften zur Fahrzeugzulassung bei Modifikationen sind einzuhalten.
Getätigte Modifikationen am Fahrgestell sind zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorzustellen.
Das durchführende Unternehmen bleibt auch nach der Zulassung des Fahrzeugs in der Verantwortung, wenn die zuständigen Stellen eine Zulassung in Unkenntnis über die Betriebssicherheit des Produkts erteilen.



Mehrstufen-Cooperation Bausteine nach 2007/46/EG

I. Verfahren
Im Rahmen des Mehrstufenverfahrens nach Anhang XVII der Richtlinie 2007/46/EG trägt jeder Hersteller die Verantwortung für die Genehmigung und Übereinstimmung der Produktion aller von ihm hergestellten oder in einer früheren Fertigungsstufe hinzugefügten Systeme, Bauteile oder selbstständigen technischen Einheiten.

Der Aufbauhersteller ist Hersteller der zweiten oder einer weiteren Produktionsstufe gemäß 2007/46/EG.

II. Verantwortlichkeiten
Der Aufbauhersteller trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- für die von ihm am Basisfahrzeug getätigten Modifikationen.
- für die in einer früheren Stufe bereits genehmigten Gegenstände, wenn durch Modifikationen am Basisfahrzeug zuvor erteilte Genehmigungen für dieses Fahrzeug nicht mehr anwendbar sind.
- dass durch die getätigte Modifikation die jeweiligen nationalen/internationalen Rechtsvorschriften, und insbesondere die des Ziellands, eingehalten werden.
- dass die von ihm getätigten Modifikationen zur Beurteilung einem Technischen Dienst vorgestellt werden.
- dass die Einhaltung der Rechtsvorschriften in entsprechender Form (Prüfbericht und/oder Genehmigung bzw. Dokumente nach Rechtslage des Ziellands) von ihm dokumentiert wird.

MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs trägt grundsätzlich die Verantwortung:

- die für den Lieferumfang des Basisfahrzeugs verfügbaren Homologationsunterlagen (EG-/ECE-Genehmigungen) dem Aufbauhersteller auf Anforderung in elektronischer Form bereitzustellen.

III. Kennzeichnung der Fahrzeuge
Das jeweilige Fahrzeug erhält eine Fahrzeugidentifizierungsnummer („FIN“), welche MAN als Hersteller des unvollständigen Basisfahrzeugs ausweist.

Grundsätzlich gelten die Anforderungen des Anhang XVII der 2007/46/EG und die hierzu veröffentlichten Verfahrensanweisungen.

IV. Konformität der Produktion (CoP)
Grundsätzlich gelten die Anforderungen der EG-Einzelrichtlinien und des Anhang X der 2007/46/EG, sowie die Anforderungen des Anhangs 2 des ECE-Abkommens von 1958.

V. Bereitstellung von Unterlagen für die Zulassung/nachfolgende Stufe
Gemäß des Anh XVII der 2007/46/EG stellt MAN als Hersteller des Basisfahrzeugs dem oder den Aufbauherstellern die für das Basisfahrzeug verfügbaren EG-/ECE-Systemgenehmigungen und das Certificate of Conformity (CoC) in elektronischer Form zur Verfügung.

Fall 1: Zulassung in Deutschland
Im Falle einer Generalunternehmerschaft von MAN („Einrechnungsgeschäft“) ist/sind der/die Aufbauhersteller als Hersteller der weiteren Stufe(n) dazu verpflichtet, folgende Unterlagen in elektronischer Form bereitzustellen:

Fall A: Die individuellen Lieferkonditionen sehen einen Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Fahrzeughersteller (MAN) vor.

1. Im Falle einer bestehenden und gültigen Gesamtbetriebserlaubnis nach 2007/46/EG für die Fertigungsstufen ein CoC. Auf Anfrage müssen existierende EG-/ECE-Systemgenehmigungen oder Technische Prüfberichte zur Verfügung gestellt werden.

2. Alternativ zu 1. die im Rahmen des nationalen Einzelgenehmigungsverfahrens nach §13 EG-FGV erforderlichen Prüfberichte und Genehmigungsunterlagen.



Der späteste Zeitpunkt der Übermittlung der o. a. Unterlagen in druckfähiger Form ist der Tag der Rücklieferung des komplettierten Fahrzeuges an den vertraglich vereinbarten Lieferort.

Die Unterlagen sind an die Adresse documents@de.man-mn.com zu übermitteln.

In den Fällen, in denen MAN vom Aufbauhersteller ein CoC erhält, darf dieses im Auftrag des Aufbauherstellers im Original nur von MAN erzeugt werden.

Fall B: Der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess erfolgt durch den Vertragspartner oder den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

1. Keine, der Zulassungsprozess liegt in der Verantwortung des Vertragspartners oder des Herstellers der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs.

In allen anderen Fällen erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

Fall 2: Zulassung außerhalb Deutschlands im Anwendungsgebiet der 2007/46/EG
Im Falle der Generalunternehmerschaft von MAN verpflichtet sich der Aufbauhersteller als Hersteller der letzten Stufe alle notwendigen Genehmigungs-/Zulassungsunterlagen für alle über das Basisfahrzeug hinausgehenden Modifikationen der nachfolgenden Fertigungsstufen der jeweils zuständigen Vertriebsorganisation bzw. dem Importeur elektronisch zur Verfügung zu stellen.

Unabhängig von etwaigen Generalunternehmerschaften der Importeure erfolgt der Abnahme-/Genehmigungs- und Zulassungsprozess durch den Hersteller der letzten Ausbaustufe des Fahrzeugs oder den entsprechenden Vertragspartner.

Für den Zulassungsprozess ist der jeweilige Importeur des Landes oder der jeweilige Vertragspartner verantwortlich und zuständig.

MAN liefert keine nationalen Daten für die Zulassung, die über den Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG in der jeweils aktuellen Fassung für unvollständige Fahrzeuge hinausgehen – dies gilt insbesondere auch für nationale Typ-Schlüsselnummern und Verschlüsselungen von technischen Basisangaben.

MAN als Hersteller behält sich –nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung– das Recht vor, nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Adresse documents@de.man-mn.com zu richten.

VI. Geheimhaltungsvereinbarung
Ohne vorherige ausdrückliche Zustimmung von MAN darf seitens der Aufbauhersteller die durch MAN zur Verfügung gestellten Genehmigungsunterlagen nicht an Dritte weitergegeben werden.

Davon ausgenommen ist die Weitergabe von Unterlagen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit der Zulassung des betroffenen Fahrzeugs stehen an Personen der folgenden Institutionen:

- MAN-Vertriebspartner
- Technische Dienste und Prüforganisationen
- Genehmigungsbehörden
- Zulassungsbehörden oder staatlich beauftragte Zulassungsstellen

Typzulassung/Homologation für

TiB (Truck in the Box),

CiB (Chassis in the Box), **BiB** (Bus in the Box),

CKD (Complete Knocked Down),

SKD (Semi Knocked Down),

PKD (Partly Knocked Down)

Für diese Ausführungen tritt MAN nicht als Hersteller im Sinne der 2007/46/EG auf – daher liegt die Verantwortung für den Homologations- und Zulassungsprozess in der Hand des Herstellers dieser Fahrzeuge.

Grundsätzlich gelten die Inhalte des jeweils mit MAN geschlossenen Vertrags.

Die MAN liefert hierfür prinzipiell keine zulassungsrechtlich relevanten Daten für die komplettierten Fahrzeuge. Ausnahmen stellen Homologationsunterlagen für genehmigungspflichtige Bauteile, wie z.B. Motor, dar, die elektronisch seitens MAN zur Verfügung gestellt werden.

Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich MAN –nach entsprechender Prüfung der Machbarkeit und wirtschaftlichen Umsetzung– das Recht vorbehält nach entsprechend gesondert getroffenen Vereinbarungen mit nationalen Vertriebsorganisationen und Importeuren, Daten für die nationale Zulassung zu liefern, die über die oben beschriebenen Umfänge hinaus gehen (z.B. Fabrikschilder etc.). Entsprechende Anfragen sind an die Homologationsabteilung der MAN zu richten.

1.2.7 Sachmängelhaftung

Ansprüche auf Sachmängelhaftung bestehen nur im Rahmen des Kaufvertrages zwischen Käufer und Verkäufer.
Danach obliegt die Verpflichtung zur Sachmängelhaftung dem jeweiligen Verkäufer des Liefergegenstandes.
Ansprüche gegen MAN bestehen nicht, wenn der beanstandete Fehler darauf beruht, dass

- diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten wurden
- im Hinblick auf den Einsatzzweck des Fahrzeugs ein ungeeignetes Fahrgestell gewählt wurde
- der Schaden am Fahrgestell herbeigeführt wurde durch
  - den Aufbau
  - Art/ Durchführung der Aufbaumontage
  - die Fahrgestelländerung
  - unsachgemäße Bedienung.

1.2.8 Produkthaftung

Von MAN festgestellte Arbeitsfehler sind zu berichtigen. Soweit dies gesetzlich zulässig ist, wird jede Haftung von MAN, insbesondere für Folgeschäden, ausgeschlossen.

Die Produkthaftung regelt:

- die Haftung des Herstellers für sein Produkt oder Teilprodukt
- den Ausgleichsanspruch des in Anspruch genommenen Herstellers gegen den Hersteller eines integrierten Teilprodukts, wenn der aufgetretene Schaden auf einem Fehler des Teilproduktes beruht.

Das Unternehmen, welches den Aufbau oder die Fahrgestelländerung ausführt, hat MAN von jeder etwaigen Haftung gegenüber ihrem Kunden oder sonstigen Dritten freizustellen, sofern ein eingetretener Schaden darauf beruht, dass

- das Unternehmen diese Aufbaurichtlinien nicht eingehalten hat,
- der Aufbau oder die Fahrgestelländerung Schäden durch fehlerhafte
  - Konstruktion
  - Herstellung
  - Montage
  - Instruktion

  verursacht haben
- in sonstiger Weise den niedergelegten Grundsätzen nicht entsprochen wurde.

1.2.9 Betriebs- und Verkehrssicherheit

Um die Betriebs- und Verkehrssicherheit herzustellen und Garantieansprüche aufrecht zu erhalten sind vom Aufbauhersteller die Hinweise in dieser Aufbaurichtlinie genau zu beachten. Für Nichteinhaltung übernimmt MAN keine Haftung.
Vor Beginn von Auf- Um- oder Einbauarbeiten muss der Aufbauhersteller auch Kenntnis über die mit seinen Arbeiten zusammen hängenden Kapitel der Betriebsanleitung haben. Gefahren können sonst nicht erkannt werden und andere Personen können gefährdet werden.

Für die Zuverlässigkeit, Sicherheit und die Eignung kann MAN dann nicht haften, wenn:

- Aufbauten nicht nach diesen Aufbaurichtlinien gefertigt/aufgebaut werden
- Originalteile oder freigegebene Teile und Umbauten gegen andere Teile ausgetauscht werden
- Nicht genehmigte Änderungen am Fahrzeug vorgenommen werden.

Genehmigungen durch Dritte, z.B. Prüfstellen oder behördliche Genehmigungen schließen Sicherheitsrisiken nicht aus.

Die am Fahrgestell/ Fahrzeug tätigen Unternehmen sind haftbar für Schäden, die auf mangelhafte Funktions- und Betriebssicherheit oder mangelhafte Betriebsanleitungen zurückzuführen sind. MAN verlangt daher vom Aufbauhersteller bzw. Fahrzeugumbauer:

- höchstmögliche Sicherheit entsprechend dem Stand der Technik
- verständliche und ausreichende Betriebsanleitungen
- gut sichtbare und dauerhaft angebrachte Hinweisschilder auf Gefahrenpunkte für Bediener und/ oder dritte Personen
- Einhaltung erforderlicher Schutzmaßnahmen (z.B. Brand- und Explosionsschutz)
- vollständige Angaben zur Toxikologie
- vollständige Angaben zur Ökologie.

Die Sicherheit hat Vorrang! Alle technischen Möglichkeiten zur Vermeidung von Betriebsunsicherheiten sind auszunützen.
Dies gilt gleichermaßen für die

- aktive Sicherheit = Verhinderung von Unfällen. Hierzu zählen:
    - Fahrsicherheit als Ergebnis der Gesamtfahrzeugkonzeption mit Aufbau
    - Konditionssicherheit als Folge einer möglichst geringen körperlichen Belastung der Insassen durch Schwingungen, Geräusche, klimatische Einflüsse usw.
    - Wahrnehmungssicherheit vor allem die richtige Gestaltung von Beleuchtungseinrichtungen, Warneinrichtungen, ausreichende direkte Sicht, ausreichende indirekte Sicht
    - Bedienungssicherheit, hierzu zählt die optimale Bedienbarkeit aller Einrichtungen, auch die des Aufbaus
- passive Sicherheit = Vermeidung und Verminderung von Unfallfolgen. Hierzu zählen:
    - Äußere Sicherheit wie z.B. Gestaltung des Fahrzeug- und Aufbauaußenbereichs hinsichtlich Deformationsverhalten, Montage von Schutzeinrichtungen
    - Innere Sicherheit, umfasst den Schutz der Insassen von Fahrzeugen, aber auch Kabinen, die von Aufbaufirmen montiert werden.



Klima und Umweltbedingungen haben Auswirkungen auf:

- Betriebssicherheit
- Einsatzbereitschaft
- Betriebsverhalten
- Lebensdauer
- Wirtschaftlichkeit.

Klima- und Umwelteinflüsse sind z.B.:

- Temperatureinflüsse
- Feuchtigkeit
- aggressive Stoffe
- Sand und Staub
- Strahlung.

Die ausreichende Freigängigkeit aller für einen Bewegungsvorgang dienenden Teile, dazu zählen auch alle Leitungen, muss gewährleistet sein. Die Betriebsanleitungen der MAN-Lkw geben Auskunft über die Wartungsstellen am Fahrzeug. Unabhängig von der Aufbauart ist in allen Fällen auf eine gute Zugänglichkeit der Wartungsstellen zu achten.
Die Wartung muss ohne Ausbau irgendwelcher Teile ungehindert erfolgen können. Für ausreichende Belüftung und/ oder Kühlung der Aggregate ist zu sorgen.

1.2.10 Anleitungen von Auf- und Umbaufirmen

Der Betreiber des Fahrzeugs hat auch beim Aufbau oder bei Fahrzeugänderungen durch Umbaufirmen einen Anspruch auf eine Betriebsanleitung. Alle spezifischen Produktvorzüge sind nutzlos, wenn es dem Kunden nicht ermöglicht wird das Produkt

- sicher und funktionsgerecht zu handhaben
- rationell und mühelos zu nutzen
- fachgerecht instand zu halten
- souverän in allen Funktionen zu beherrschen.

Demzufolge hat auch jeder Fahrzeugauf- und -umbauer seine technischen Anleitungen auf:

- Verständlichkeit
- Vollständigkeit
- Richtigkeit
- Nachvollziehbarkeit
- produktspezifische Sicherheitshinweise

zu überprüfen.

Eine mangelhafte oder nicht vollständige Betriebsanleitung hat erhebliche Risikofaktoren für den Anwender.
Mögliche Auswirkungen sind:

- Mindernutzen, weil Produktvorteile unerkannt bleiben
- Reklamationen und Ärger
- Ausfälle und Schäden, die meist dem Fahrgestell angelastet werden
- unerwartete und unnötige Mehrkosten durch Reparaturen und Zeitverlust
- ein negatives Image und damit geringe Neigung zu Folgekäufen.

Je nach Fahrzeugaufbau oder -änderung ist das Bedienungspersonal über die Bedienung und Wartung zu unterrichten.
Die Unterweisung muss auch die mögliche Beeinflussung des statischen und dynamischen Fahrzeugverhaltens beinhalten.



1.2.11 Haftungsbeschränkung für Zubehör/ Ersatzteile

Zubehör- und Ersatzteile, die MAN nicht hergestellt oder zur Verwendung in seinen Produkten nicht freigegeben hat, können die Verkehrs- und Betriebssicherheit des Fahrzeugs beeinträchtigen und Gefahrensituationen schaffen. Die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) übernimmt keine Haftung für Ansprüche gleich welcher Art, die ihren Grund in der Kombination des Fahrzeuges mit einem Zubehörteil eines anderen Herstellers haben, es sei denn, die MAN Truck & Bus AG (bzw. der Verkäufer) hat das Zubehörteil selbst vertrieben oder an dem Fahrzeug (bzw. dem Vertragsgegenstand) angebracht.

2. Produktkennzeichnung

2.1 Fahrzeugbezeichnung, Radformel

Zur eindeutigen und leicht nachvollziehbaren Kennzeichnung der Varianten wurden systematisch neue Fahrzeugbezeichnungen eingeführt. Die Fahrzeugbezeichnung wird in 3 Ebenen verwendet als:

- Türbezeichnung
- Variantenbeschreibung (in den Verkaufs- und technischen Unterlagen (beispielsweise Datenblätter, Fahrgestellzeichnung))
- Typenschlüssel.

2.1.1 Türbezeichnung

Die Türbezeichnung besteht aus:
Baureihe + zulässigem Gewicht + Leistungsangabe
TGA 18.400

Baureihe	+ zulässiges Gewicht	+ Leistungsangabe
TGA	18	.400

Baureihe in der Kurzform TGA = Trucknology® Generation A
technisch zulässiges Gewicht in [t]
Motorleistung [DIN-PS], wobei auf 10 PS gerundet wird.

2.1.2 Variantenbeschreibung

Die Variantenbeschreibung = Fahrzeugbezeichnung besteht aus der Türbezeichnung + Radformel + Suffix.
Die Begriffe Radformel und Suffix werden direkt im Anschluss definiert.

Baureihe + zulässiges Gewicht + Leistungsangabe - Radformel + Suffix
TGA 25.480 6x2-2 LL-U

Baureihe	+ zulässiges Gewicht	+ Leistungsangabe		
TGA	25	.480	6x2-2	LL-U
			Radformel	Suffix



2.1.3 Radformel

Die Radformel benennt die Anzahl der Achsen und dient zusätzlich der Kennzeichnung von Antriebs-, Lenk- und Nach-/ Vorlaufachsen. Radformel ist zwar ein geläufiger Begriff, der aber nicht genormt ist. Gezählt werden „Radstellen“ und nicht einzelne Räder, Zwillingsbereifung wird also als einzelnes Rad betrachtet.

Zwei Beispiele sollen den Begriff Radformel erläutern:

Tabelle 1: Radformel Beispiele

6 x 2 - 4
6 x 2 / 4

6	=	Anzahl der Radstellen insgesamt, also 3 Achsen
x	=	keine Aussage
2	=	Anzahl der angetriebenen Räder
-	=	Nachlaufachse hinter dem angetriebenen Hinterachsaggregat
/	=	Vorlaufachse vor dem angetriebenen Hinterachsaggregat
4	=	Anzahl der gelenkten Räder

Die Anzahl der gelenkten Räder wird nur genannt, wenn außer gelenkten Vorderrädern noch gelenkte Vor-oder Nachlaufachsen beteiligt sind. Eine Vorlaufachse läuft „vor“ einem angetriebenen Hinterachsaggregat, eine Nachlaufachse läuft „nach“ dem angetriebenen Hinterachsaggregat, wobei ein Schrägstrich „/“ für eine Vorlaufachse und ein Bindestrich „-“ für eine Nachlaufachse steht. Hat ein Fahrgestell Vor- und Nachlaufachse, wird die Zahl der gelenkten Räder mit Bindestrich „-“ angegeben.
Bei hydrostatischem Vorderachsantrieb MAN HydroDrive® erhält die Radformel zusätzlich ein H, z.B. 6x4H = Vorderachse mit MAN HydroDrive®, 2 Hinterachsen, davon eine angetrieben.

Es gibt derzeit folgende Radformeln ab Werk:

Tabelle 2: Radformeln TGA

4x2	Zweiachser mit einer angetriebenen Achse
4x4	Zweiachser mit zwei angetriebenen Achsen „Allrad“
4x4H	Zweiachser mit zwei angetriebenen Achsen, Vorderachse mit MAN HydroDrive®
6x2/2	Dreiachser mit nicht gelenkter Vorlaufachse „Pusher“
6x2/4	Dreiachser mit gelenkter Vorlaufachse
6x2-2	Dreiachser mit nicht gelenkter Nachlaufachse
6x2-4	Dreiachser mit gelenkter Nachlaufachse
6x4	Dreiachser mit zwei angetriebenen und nicht gelenkten Hinterachsen
6x4/4	Dreiachser mit Antrieb auf 2 Achsen (erste und letzte Achse), gelenkte Vorlaufachse
6x4-4	Dreiachser mit Antrieb auf 2 Achsen (erste und letzte Achse), gelenkte Nachlaufachse
6x4H/2	Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse nicht gelenkte Vorlaufachse
6x4H/4	Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse, gelenkte Vorlaufachse
6x4H-2	Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse, nicht gelenkte Nachlaufachse
6x4H-4	Dreiachser mit MAN HydroDrive®-Antrieb auf der Vorderachse, einer angetriebenen Hinterachse , gelenkte Nachlaufachse



Tabelle 2: Radformeln TGA (Fortsetzung)

6x6	Dreiachser mit Allradantrieb
6x6-4	Dreiachser mit Allradantrieb, gelenkte und angetriebene Nachlaufachse
6x6H	Dreiachser mit Allradantrieb, Vorderachse mit MAN HydroDrive®
8x2-4	Vierachser, eine Achse angetrieben, zwei Vorderachsen gelenkt, nicht gelenkte Nachlaufachse oder Vierachser mit drei Hinterachsen Vorderachse u. Nachlaufachse gelenkt
8x2-6	Vierachser, eine Achse angetrieben, zwei Vorderachsen gelenkt, gelenkte Nachlaufachse
8x4	Vierachser mit zwei gelenkten Vorderachsen und zwei angetriebenen Hinterachsen
8x4/4	Vierachser mit einer Vorderachse, eine gelenkte Vorlaufachse und zwei angetrieben Hinterachsen
8x4-4	Vierachser mit einer Vorderachse, zwei angetriebenen Hinterachsen und einer gelenkten Nachlaufachse
8x4H-4	Vierachser mit zwei gelenkten Vorderachsen (2. Vorderachse mit MAN HydroDrive®), einer angetriebenen Hinterachse und einer nicht gelenkten Nachlaufachse
8x4H-6	Vierachser mit zwei gelenkten Vorderachsen (2. Vorderachse mit MAN HydroDrive®), einer angetriebenen Hinterachse und einer gelenkten Nachlaufachse
8x6	Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen (2. angetrieben) und zwei angetriebenen Hinterachsen
8x6H	Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen (2. Vorderachse mit MAN HydroDrive®) und zwei angetriebenen Hinterachsen
8x8	Vierachser „Allrad“ mit zwei Vorderachsen und zwei Hinterachsen, alle angetrieben

2.1.4 Suffix

Der Suffix der Fahrzeugbeschreibung definiert die Federungsart, kennzeichnet Sattelzugmaschinen gegenüber Lkw und beschreibt spezielle Produkteigenschaften

TGA 25.480 6x2-2	LL-U
	Suffix

Federungsart (Stellen 1 und 2 des Suffix)

Tabelle 3: Federungsart

BB	Blattfederung an Vorderachse(n), Blattfederung an Hinterachse(n)
BL	Blattfederung an Vorderachse(n), Luftfederung an Hinterachse(n)
LL	Luftfederung an Vorderachse(n), Luftfederung an Hinterachse(n)
BH	Blattfederung an Vorderachse(n), Hydropneumatik an Hinterachse(n)

Sattelzugmaschinen werden durch ein angehängtes ‚S‘ gekennzeichnet, die Fahrzeugart Lkw wird nicht gesondert gekennzeichnet.

Beispiel für Sattel:

TGA 33.440 6x6	BBS
	S = Sattel



Spezielle (konstruktive) Produkteigenschaften werden durch einen Bindestrich (‚-') vom vorderen Teil des Suffix getrennt angehängt.
Beispiel für spezielle Produkteigenschaften:

TGA 18.350 4x2 BLS	-TS
	-TS = gewichtsoptimierte Ausführung für Tank/Silo

Tabelle 4: Zur Kennzeichnung bisher verwendeter spezieller Ausführungen (werden durch weitere ergänzt)

-U	für niedrige Bauart ‚Ultra' Beispiel: TGA 18.400 4x2 LLS-U
-TS	gewichtsoptimierte Ausführung für Tank/Silo, Beispiel: TGA 18.350 4x2 BLS-TS
-WW	„world wide" Variante, nur außerhalb Europa zulassungsfähig, Beispiel TGA 40.460 6x6 BB-WW
-LE	„low entry „ Fahrerhaus mit niedrigem Einstieg, Beispiel: TGA 28.310 6x2-4 LL-LE
-CKD	„completely knocked down" komplett zerlegt zur Montage im MAN Werk des Empfängerlandes, Beispiel: TGA 40.480 6x4-4 WW-CKD

2.2 Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Fahrzeugnummer, Grundfahrzeugnummer

Die technische Identifikation des MAN-Fahrgestells und die Zuordnung zur Baureihe geschieht durch die dreistellige Typnummer auch Typschlüsselnummer genannt. Sie ist Bestandteil der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer (auch Fahrzeug-Ident.-Nr. FIN, Vehicle Identifier Number VIN) und dort an der 4. bis 6. Stelle zu finden.
Zu Vertriebszwecken wird die Grundfahrzeugnummer (GFZ-Nr.) gebildet, sie enthält an der 2. bis 4. Stelle die Typnummer.
Die Fahrzeugnummer ist 7-stellig und beschreibt die technische Ausrüstung des Fahrzeugs, sie enthält die Typnummer an der 1.-3. Stelle und anschließend eine 4-stellige Zählnummer. Sie befindet sich in den Fahrzeugpapieren und am Fabrikschild des Fahrzeugs und kann bei allen technischen Anfragen für Um- und Aufbauten anstelle der 17-stelligen Fahrzeugidentifizierungsnummer angegeben werden. Die Tabelle 5 zeigt einige Beispiele zu den Begriffen Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer.

Tabelle 5: Beispiele Fahrzeugbezeichnung, Typnummer, Fahrzeugidentifizierungsnummer, Grundfahrzeugnummer und Fahrzeugnummer

Fahrzeugbezeichnung	Typnummer Typschlüsselnummer	Fahrzeug-Ident.-Nr.(FIN) Fahrzeugidentifizierungsnummer	GFZ-Nr. Grundfahrzeugnr.	Fahrzeugnummer
TGA 18.440 4x2 BLS	**H06**	WMA**H06**ZZ14M000479	L**H06**AG53	**H06**0057
TGA 26.410 6x2-4 LL	**H21**	WMA**H21**ZZ94G144924	L**H21**E 05	**H21**0058
TGA 33.540 6x4 BB	**H26**	WMA**H26**ZZ75M350354	L**H26**LR04	**H26**1158



Tabelle 6: Typnummern, Tonnageklasse, Fahrzeugbezeichnung und Radformel bei TGA

Typnummer	Tonnage	Bezeichnung , xxx steht für verschiedene Motorleistungen	Motor	Federung
H01	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BLS-TS	D28 R6	BL
H02	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BB	D28 R6	BB
H03	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BB	D20/D26 R6	BB
H05	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BL	D28 R6	BL
H06	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BL	D20/D26 R6	BL
H07	18 t	ECT 18.ISM 4x2 BL	ISM^e	BL
H08	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BLS-TS	D20/D26 R6	BL
H09	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LL	D28 R6	LL
H10	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LL	D20/D26 R6	LL
H11	40 t	TGA 40.xxx 6x4 BB-WW-CKD	D20/D26 R6	BBB
H12	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LLS-U	D28 R6	LL
H13	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LLS-U	D20/D26 R6	LL
H14	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LL-U	D28 R6	LL
H15	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LL-U	DD20/D26 R6	LL
H16	26 t	TGA 26.xxx 6x2-4 BL	D08 R6	BLL
H17	26 t	TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL	D28 R6	BLL
H18	26 t	TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H19	26 t	TGA 26.xxx 6x2-4 LL	D08 R6	LLL
H20	26 t	TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 LL	D28 R6	LLL
H21	26 t	TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 LL	D20/D26 R6	LLL
H22	18 t	TGA 18.xxx 4x4H BL	D20/D26 R6	BL
H23	26 t	TGA 26.xxx 6x2/2, 6x2/4 BL	D28 R6	BLL
H24	26 t	TGA 26.xxx 6x2/2, 6x2/4 BL	D20/D26 R6	BLL
H25	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x4 BB	D28 R6	BBB
H26	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x4 BB	D20/D26 R6	BBB
H27	26 t	ECT 26.ISM 6x2-2, 6x2-4 BL	ISM^e	BLL
H28	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BB-WW	D28 R6	BBB
H29	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x4 BL	D28 R6	BLL
H30	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x4 BL	D20/D26 R6	BLL
H31	26 t	ECT 26.ISM 6x2-2 LL	ISM^e	LLL
H32	26 t	ECT 26.ISM 6x2/2 BL	ISM^e	BLL
H33	40 t	TGA 40.xxx 6x4 BB-WW	D28 R6	BBB
H34	40 t	TGA 40.xxx 6x4 BB-WW	D20/D26 R6	BBB
H35	26 t	TGA 26.xxx 6x4H-2 BL, 6x4H-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H36	35 t	TGA 35.xxx 8x4 BB	D28 R6	BBBB
H37	35 t	TGA 35.xxx 8x4 BB	D20/D26 R6	BBBB



Typnummer	Tonnage	Bezeichnung , xxx steht für verschiedene Motorleistungen	Motor	Federung
H38	41 t	TGA 41.xxx 8x4 BB	D28 R6	BBBB
H39	41 t	TGA 41.xxx 8x4 BB	D20/D26 R6	BBBB
H40	35 t	TGA 35.xxx 8x4 BL	D28 R6	BBLL
H41	35 t	TGA 35.xxx 8x4 BL	D20/D26 R6	BBLL
H42	26 t	TGA 26.xxx 6x4H/2 BL, 6x4H/4 BL	D20/D26 R6	BLL
H43	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BBS-WW	D28 R6	BB
H44	25 t	TGA 25.xxx 6x2-2 LL-U	D28 R6	LLL
H45	25 t	TGA 25.xxx 6x2-2 LL-U	D20/D26 R6	LLL
H46	41 t	TGA 41.xxx 8x4 BB-WW	D28 R6	BBBB
H47	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6H BB	D20/D26 R6	BBB
H48	32 t	TGA 32.xxx 8x4 BB	D28 R6	BBBB
H49	32 t	TGA 32.xxx 8x4 BB	D20/D26 R6	BBBB
H50	35 t	TGA 35.xxx 8x6H BB	D20/D26 R6	BBBB
H51	18 t	TGA 18.xxx 4x4 BB	D28 R6	BB
H52	18 t	TGA 18.xxx 4x4 BB	D20/D26 R6	BB
H54	33 t	TGA 33.xxx 6x6 BB-WW	D28 R6	BBB
H55	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6 BB	D28 R6	BBB
H56	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6 BB	D20/D26 R6	BBB
H57	40 t	TGA 40.xxx 6x6 BB-WW	D28 R6	BBB
H58	40 t	TGA 40.xxx 6x6 BB-WW	D20/D26 R6	BBB
H59	35 t	TGA 35.xxx 8x6H BL	D20/D26 R6	BBLL
H60	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BBS-WW-CKD	D28 R6	BB
H61	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BLS-WW-CKD	D28 R6	BL
H62	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BB-WW-CKD	D28 R6	BBB
H63	26 t	TGA 26.xxx 6x4 BL-WW-CKD	D28 R6	BLL
H64	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BBS-WW-CKD	D20/D26 R6	BB
H65	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BLS-WW-CKD	D20/D26 R6	BL
H66	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BB-WW-CKD	D20/D26 R6	BBB
H67	26 t	TGA 26.xxx 6x4 BL-WW-CKD	D20/D26 R6	BLL
H68	40 t	TGA 40.xxx 6x4 BB-WW-CKD	D28 R6	BBB
H69	39 t	TGA 39.xxx 8x2-4 BL	D20/D26 R6	BBLL
H70	18 t	TGA 18.xxx 4x4 BL	D28 R6	BL
H71	28 t	TGA 28.xxx 6x2-4 BL TGA 28.xxx 6x2-4 LL	D28 R6	BLL
H72	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6 BL	D28 R6	BLL
H73	35/41 t	TGA 35/41.xxx 8x6 BB	D28 R6	BBBB
H74	28 t	TGA 28.xxx 6x2-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H75	28 t	TGA 28.xxx 6x2-4 LL	D20/D26 R6	LLL
H76	35/41 t	TGA 35/41.xxx 8x8 BB	D28 R6	BBBB
H77	28 t	TGA 28.xxx 6x4-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H78	18 t	TGA 18.xxx 4x2 BLS	V8	BLS
H79	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BL	V8	BL
H80	18 t	TGA 18.xxx 4x4 BL	D20/D26 R6	BL



Typnummer	Tonnage	Bezeichnung , xxx steht für verschiedene Motorleistungen	Motor	Federung
H81	28 t	TGA 28.xxx 6x4-4 BL	D28 R6	BLL
H82	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6 BL	D20/D26 R6	BLL
H83	28 t	TGA 28.xxx 6x6-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H84	28 t	TGA 28.xxx 6x4-4 BL	D20/D26 R6	BLL
H85	28 t	TGA 28.xxx 6x2-2 LL	D20/D26 R6	LLL
H86	28 t	TGA 28.xxx 6x2-2 BL	D28 R6	BLL
H87	28 t	TGA 28.xxx 6x2-2 LL	D28 R6	LLL
H88	35 t	TGA 35.xxx 8x2-4, 8x2-6 BL	D28 R6	BBLL
H89	28 t	TGA 28.xxx 6x2-2 BL	D20/D26 R6	BLL
H90	35 t	TGA 35.xxx 8x2-4, 8x2-6 BL	D20/D26 R6	BBLL
H91	35 t	TGA 35.xxx 8x4-4 BL	D28 R6	BLLL
H92	35 t	TGA 35.xxx 8x4-4 BL	D20/D26 R6	BLLL
H93	35/41 t	TGA 35/41.xxx 8x6 BB	D20/D26 R6	BBBB
H94	41 t	TGA 41.xxx 8x4/4 BB TGA 41.xxx 8x4/4 BL	D28 R6	BLBB BLLL
H95	41 t	TGA 41.xxx 8x4/4 BB TGA 41.xxx 8x4/4 BL	D28 V10	BLBB BLLL
H96	35/41 t	TGA 35/41.xxx 8x8 BB	D20/D26 R6	BBBB
H97	18 t	TGA 18.xxx 4x2 LL-LE	D20/D26 R6	LL
H98	26 t	TGA 26.xxx 6x2/4 LL-LE	D20/D26 R6	LLL
H99	28 t	TGA 28.xxx 6x2-4 LL-LE	D20/D26 R6	LLL
HH1	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6x6H BL	D20/D26 R6	BLL
HH2	28 t	TGA 28.xxx 6x4H-4	D20/D26 R6	BLL
HH4	35 t	TGA 35.xxx 8x4H-4, 8x4H-6 BL	D20/D26 R6	BBLL
HV1	26 t	TGA 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL-WW	D20/D26 R6	BLL
HV2	26/33 t	TGA 26/33.xxx 6X4 BL-WW	D20/D26 R6	BLL
HV3	39 t	TGA 39.xxx 8X2-4 BL-WW	D20 R6	BBLL
HV4	28 t	TGA 28.xxx 6X2-2 BL-WW	D20/D26 R6	BLL
HV5	18 t	TGA 18.xxx 4X4 BB-WW	D20 R6	BB
HV6	35/41 t	TGA 35/41.xxx 8X8 BB-WW	D20 R6	BBBB
HV7	28 t	TGA 28.xxx 6X2-2 BL-WW-CKD	D20/D26 R6	BLL
HV8	32 t	TGA 32.xxx 8X4 BB-WW	D20 R6	BBBB
HW1	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BBS-WW	D20/D26 R6	BB
HW2	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BB-WW	D20/D26 R6	BBB
HW3	41 t	TGA 41.xxx 8x4 BB-WW	D20/D26 R6	BBBB
HW4	33 t	TGA 33.xxx 6x6 BB-WW	D20/D26 R6	BBB
HW5	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BLS-WW-CKD	D20/D26 R6	BL
HW6	41 t	TGA 41.xxx 8x4 BB-WW-CKD	D20/D26 R6	BBBB
HW7	19 t	TGA 19.xxx 4x2 BLS-WW	D20/D26 R6	BL
HW8	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BBS-WW	D20/D26 R6	BBB
HW9	33 t	TGA 33.xxx 6x4 BBS-WW-CKD	D20/D26 R6	BBB

2.3 Verwendung von Markenzeichen

Am Fahrgestell vorhandene MAN-Markenzeichen dürfen ohne Genehmigung nicht entfernt oder modifiziert werden.
Fahrgestelländerungen oder Aufbauten die nicht nach diesen Aufbaurichtlinien erfolgen und keine MAN-Genehmigung zum Um- oder Aufbau durch die zuständige Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) haben, müssen eine neue Fahrzeugidentifizierungsnummer (FIN) des dann verantwortlichen Herstellers (in der Regel der Umbauer) erhalten.
In den Fällen, bei denen das Fahrgestell/ Fahrzeug eine neue FIN erhalten muss, sind die Markenkennzeichen am Kühlergrill (Schriftzug „MAN“, Löwe) und auf den Türen (Türbezeichnung siehe 2.1.1) zu entfernen.

2.4 Fahrerhäuser

Die Trucknology® Generation A gibt es mit 6 verschiedenen Fahrerhäusern:

Tabelle 7: Fahrerhäuser Trucknology® Generation A

Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe	Seite	Front
M	Linkslenker F99**L15**S Rechtslenker F99**R15**S	1.880	2.240			
L	Linkslenker F99**L32**S Rechtslenker F99**R32**S	2.280	2.240			
LX	Linkslenker F99**L37**S Rechtslenker F99**R37**S	2.280	2.240	ja		

*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

Bezeichnung		Maße*			Ansichten	
Name	technische Bezeichnung	Länge	Breite	Höhe	Seite	Front
XL	Linkslenker F99**L40**S Rechtslenker F99**R40**S	2.280	2.440			
XLX	Linkslenker F99 **L47** S Rechtslenker F99 **R47** S	2.280	2.440	ja, niedrig		
XXL	Linkslenker F99**L41**S Rechtslenker F99**R41**S	2.280	2.440	ja		

*) Maße beziehen sich auf das Fahrerhaus ohne Anbauteile wie Kotflügel, Schürzen Spiegel, Spoiler etc.

2.5 Motorvarianten

Bei TGA werden Reihen-Sechszylinder-Dieselmotoren (R6) und ein V10 aus der Motorenfamilien D28 (= 1. - 3. Stelle der Motorbezeichnung) eingebaut. Neu hinzugekommen sind Ausführungen mit Common-Rail-Einspritzung. Das Programm wird seit 2004 mit weiteren Motorenbaureihen ergänzt, nämlich mit Motoren der Baureihe D08 und mit den neuen Motorenbaureihen D20 Common Rail/ D26 Common Rail, die auch in Euro 4 mit gekühlter Abgasrückführung und PM-Kat® sowie Euro 5 mit SCR-Technologie erhältlich sind. Cummins Motoren der ISMe -Baureihe werden ausschließlich in Typen der Marke ERF (siehe Tabelle 6 Typnummern) eingebaut.

Tabelle 8: TGA Motoren/Motorbezeichnungen D08 / D20 / D26 / D28

Fahrzeug-bezeichnung	Schadstoff-klasse	Leistung [kW] bei [1/min]	OBD Stufe	AGR	Abgasnach-behandlung	max. Drehmoment [Nm] / bei [1/min]	Motor-bauform	Motor-bezeichnung
xx.280	Euro 3	206 kW / 2.400	ohne OBD	mit AGR	ohne	1.100 bei 1.200 - 1.800 1/min	R6	D0836LF41
xx.330		240 kW / 2.400				1.250 bei 1.200 - 1.800 1/min		D0836LF44
xx.310		228 kW / 1.900				1.500 bei 900 - 1.300 1/min		D2866LF26
xx.310		228 kW / 1.900				1.550 bei 1.000 - 1.300 1/min		D2066LF04
xx.360		265 kW / 1.900				1.700 bei 900 - 1.400 1/min		D2866LF27
xx.350		257 kW / 1.900				1.750 bei 1.000 - 1.300 1/min		D2066LF03
xx.410		301 kW / 1.900				1.850 bei 900 - 1.300 1/min		D2866LF28
xx.390		287 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.300 1/min		D2066LF02
xx.430		316 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.300 1/min		D2066LF01
xx.460		338 kW / 1.900				2.100 bei 900 - 1.300 1/min		D2876LF04
xx.510		375 kW / 1.900				2.300 bei 1.000 - 1.300 1/min		D2876LF05
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2876LF12
xx.530		390 kW / 1.900				2.400 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2876LF13
xx.660		485 kW / 1.900				2.700 bei 1.000 - 1.600 1/min	V10	D2840LF25
xx.360		265 kW / 1.900				1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min	R6	D2066LF48
xx.400		294 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF49
xx.440		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF50
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF31
xx.310	Euro 4	228 kW / 1.900			PM-Kat®	1.550 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF14
xx.350		257 kW / 1.900				1.750 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF13
xx.390		287 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF12
xx.430		316 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF11
xx.320		235 kW / 1.900	OBD 1			1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF35
xx.360		265 kW / 1.900				1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF33
xx.400		294 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF32
xx.440		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF31
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF01
xx.320		235 kW / 1.900	OBD 1 + NO_x control			1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF39



Fahrzeug-bezeichnung	Schadstoff-klasse	Leistung [kW] bei [1/min]	OBD Stufe	AGR	Abgasnach-behandlung	max. Drehmoment [Nm] / bei [1/min]	Motor-bauform	Motor-bezeichnung
xx.360	Euro 4	265 kW / 1.900	OBD 1 + NO_x control	mit AGR	PM-Kat®	1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min	R6	D2066LF38
xx.400		294 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF37
xx.440		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF36
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF05
xx.400	Euro 5	294 kW / 1.900	ohne OBD	ohne AGR	SCR	1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF22
xx.440		321 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF21
xx.400		294 kW / 1.900	OBD 1			1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF24
xx.440		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF23
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF12
xx.540		397 kW / 1.900				2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min		D2676LF11
xx.320		235 kW / 1.900	OBD 1 + NO_x control			1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF28
xx.360		265 kW / 1.900				1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF27
xx.400		294 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF26
xx.440		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF25
xx.480		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF14
xx.540		397 kW / 1.900				2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min		D2676LF13
xx.320*		235 kW / 1.900				1.600 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF20
xx.360*		265 kW / 1.900				1.800 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF19
xx.400*		294 kW / 1.900				1.900 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF18
xx.440*		324 kW / 1.900				2.100 bei 1.000 - 1.400 1/min		D2066LF17
xx.480*		353 kW / 1.900				2.300 bei 1.050 - 1.400 1/min		D2676LF16
xx.540*		397 kW / 1.900				2.500 bei 1.050 - 1.350 1/min		D2676LF15

* = Motoren in OBD 1b oder OBD 2 **ohne Drehmomentreduktion (DMR) im NO_x-Fehlerfall**. Nur bei Motoren für Feuerwehr, Rettungsdienste und Militär gemäß Anhang I.6558 der Richtlinie 2005/55/EG, Fassung 2006/81/EG

3. Allgemeine technische Grundlagen

Nationale und internationale Vorschriften gelten vor technisch zulässigen Maßen und Gewichten, wenn sie die technisch zulässigen Maße und Gewichte einschränken. Aus den Angebots- und den MANTED® -Unterlagen unter www.manted.de sind zu entnehmen:

- Maße
- Gewichte
- Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau (minimale und maximale Aufbaulage)

des serienmäßigen Fahrgestells/ der serienmäßigen Sattelzugmaschine. Die dort genannten Daten können sich je nach technischem Lieferumfang des Fahrzeugs ändern. Maßgebend ist der tatsächliche Bau- und Lieferzustand des Fahrzeugs.
Um optimale Nutzlastverhältnisse zu erzielen ist eine Verwiegung des angelieferten Fahrgestells vor Aufbaubeginn erforderlich. Durch Nachrechnung muss die günstigste Schwerpunktlage für Nutzlast und Aufbau und die optimale Aufbaulänge ermittelt werden. Bedingt durch Bauteiltoleranzen sind Gewichtsabweichungen von ±5% zulässig.
Abweichungen von der serienmäßigen Ausstattung machen sich maßlich und gewichtsmäßig bemerkbar.
Abweichungen von den zulässigen Maßen- und Gewichten sind durch eine geänderte Ausstattung möglich, besonders dann, wenn eine Umbereifung vorgenommen wird, die gleichzeitig eine Änderung der zulässigen Lasten zur Folge hat.



Bei jedem Aufbaufall ist zu beachten, dass

- die zulässigen Achslasten in keinem Fall überschritten werden
- eine ausreichende Mindestvorderachslast erreicht wird
- eine einseitige Schwerpunktlage und Belastung nicht zustande kommen darf
- die zulässige Überhanglänge (Fahrzeugüberhang) nicht überschritten wird.

3.1 Achsüberlastung, einseitige Beladung

Bild 1: Überlastung der Vorderachse ESC-052

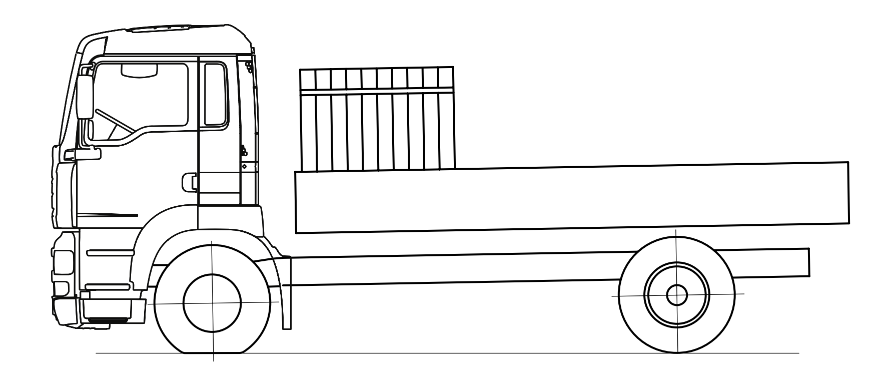
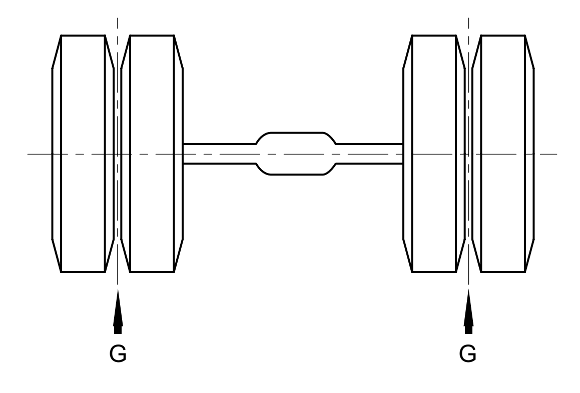


Bild 2: Radlastdifferenz ESC-126



Formel 1: Radlastdifferenz

$$\Delta G \leq 0{,}05 \cdot G_{tat}$$

In der Aufbauprojektierung dürfen einseitige Radlasten nicht vorkommen. Bei Nachprüfungen sind max. 5% Radlastdifferenz zulässig. Dabei ist 100% die tatsächliche Achslast und nicht die zulässige Achslast.



Beispiel:

Tatsächlich vorhandene Achslast G_{tat} = 11.000 kg

Somit zulässige Radlastdifferenz:

$$\Delta G = 0{,}05\ G_{tat} = 0{,}05 \cdot 11.000\ kg$$
$$\Delta G = 550\ kg$$

Somit z.B. 5.225 kg auf der einen und 5.775 kg auf der anderen Seite.
Die ermittelte maximale Radlast gibt keine Auskunft über die zulässige Einzelradlast der jeweiligen Bereifung.
Hierzu geben die technischen Handbücher der Reifenhersteller entsprechende Informationen.

3.2 Mindestvorderachslast

Zur Erhaltung der Lenkfähigkeit muss in jedem Beladungszustand des Fahrzeugs die Vorderachse eine vorgegebene Mindestbelastung gemäß Tabelle 9 aufweisen.

Bild 3: Mindestbelastung der Vorderachse ESC-051

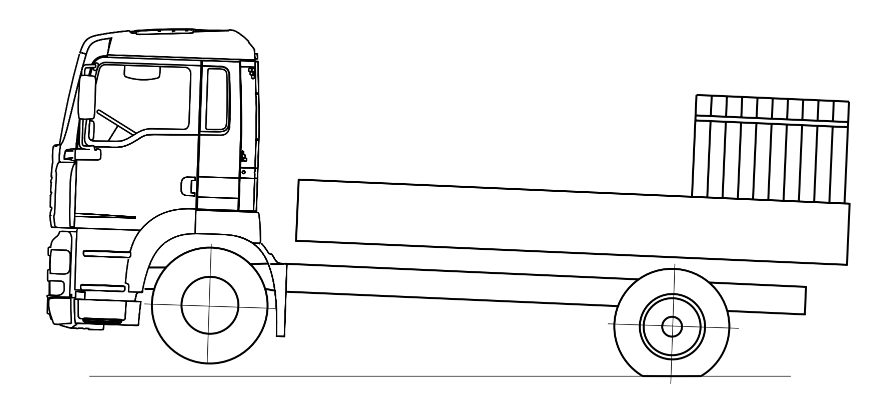


Tabelle 9: Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts

Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand in % des jeweiligen tatsächlichen Fahrzeuggewichts SDAH = Starrdeichselanhänger ZAA = Zentralachsanhänger GG = Gesamtgewicht (Fahrzeug/Anhänger)					
Achszahl	Radformel	ohne SDAH /ZAA	mit SDAH /ZAA GG ≤ 18 t	Tridem SDAH /ZAA GG > 18 t	sonstige Hecklast z.B. Kran
Zweiachser	4x2, 4x4H 4x4	25%	25%	30%	30%
mehr als 2 Achsen Dreiachsige Fahrzeuge mit liftbarer Vor- oder Nachlaufachse sind bei betätigtem Lift als Zweiachser zu betrachten. In diesem Zustand gilt damit die höhere Mindestvorderachslast zweiachsiger Fahrzeuge.	6x2/2, 6x2/4 6x2-2, 6x2-4 6x4, 6x4-4 6x4H/2, 6x4H/4 6x4H2, 6x4H-4 6x6, 6x6H 8x2-4, 8x2-6 8x4, 8x4/4, 8x4-4 8x4H-6, 8x6, 8x6H, 8x8	20%*	25%*	30%*	25%
Bei mehr als einer Vorderachse versteht sich der %-Wert als Summe der Vorderachslasten. Bei Betrieb mit SDAH / ZAA + weiteren Hecklasten (z.B. Ladebordwand, Kran) gilt der höhere Wert * = -2% bei gelenkten Vor-/Nachlaufachsen					

Die Werte gelten einschließlich etwaiger zusätzlicher Hecklasten wie etwa: Stützlasten durch Zentralachsanhänger

- Ladekran am Fahrzeugheck
- Ladebordwände
- transportable Gabelstapler.

3.3 Räder, Abrollumfang

Unterschiedliche Reifengrößen zwischen Vorder- und Hinterachse(n) sind bei Allradfahrzeugen (auch HydroDrive®) dann möglich, wenn die Abrollumfangsdifferenz der verwendeten Reifengrößen nicht mehr als 2% beträgt.
Die Hinweise im Kapitel 5 ‚Aufbau‘ in Bezug auf Gleitschutzketten, Tragfähigkeit und Freigängigkeit sind zu beachten.

3.4 Zulässige Überhanglänge

Unter der theoretische Überhanglänge ist das Maß von der resultierenden Hinterachsmitte
(bestimmt durch den theoretischen Radstand) bis zum Fahrzeugende (einschließlich Aufbau) zu verstehen,
Definition siehe folgenden Abschnitt 3.5.
In Prozent des theoretischen Radstands sind folgende Maximalwerte zulässig:

- Zweiachsige Fahrzeuge 65%
- alle anderen Fahrzeuge 70%.

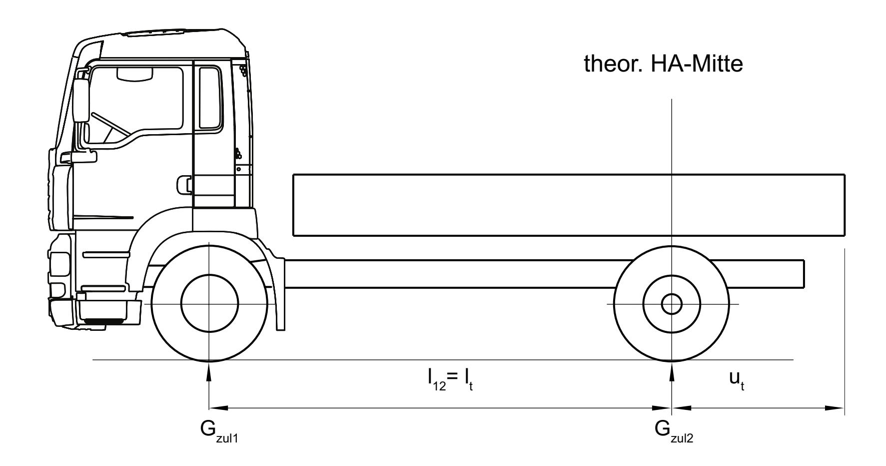
Ohne Ausrüstung zum Ziehen eines Anhängers können die o. a. Werte um 5% überschritten werden.
Grundvoraussetzung ist, dass die in Abschnitt 3.2 in der Tabelle 9 angegebenen Mindestvorderachslasten in jedem Betriebszustand eingehalten werden.



3.5 Theoretischer Radstand, Überhang, theoretische Achsmitte

Der theoretische Radstand ist eine Hilfsgröße zur Ermittlung der Schwerpunktlage und der Achslasten.
Die Definition erfolgt in den folgenden Bildern.

Bild 4: Theoretischer Radstand und Überhang Zweiachser ESC-046



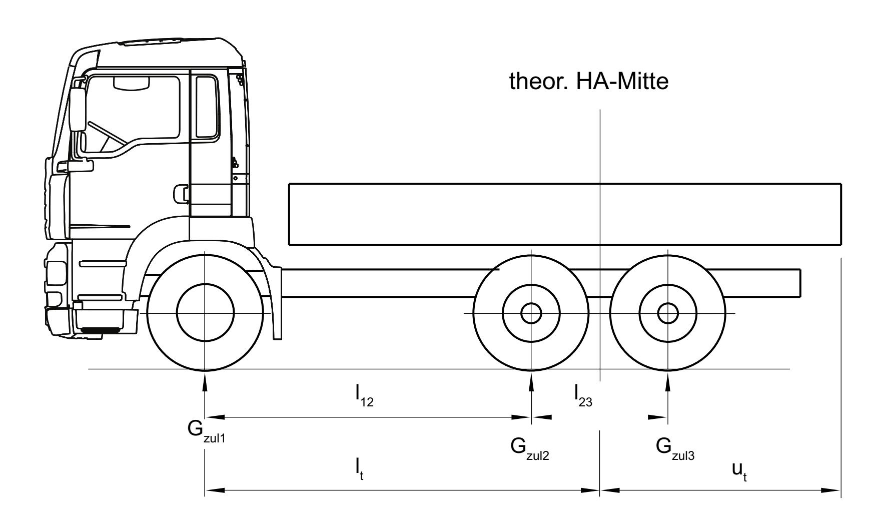
Formel 2: Theoretischer Radstand Zweiachser

$$l_t = l_{12}$$

Formel 3: Zulässige Überhanglänge Zweiachser

$$U_t \leq 0{,}65 \cdot l_t$$

Bild 5: Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten ESC-047



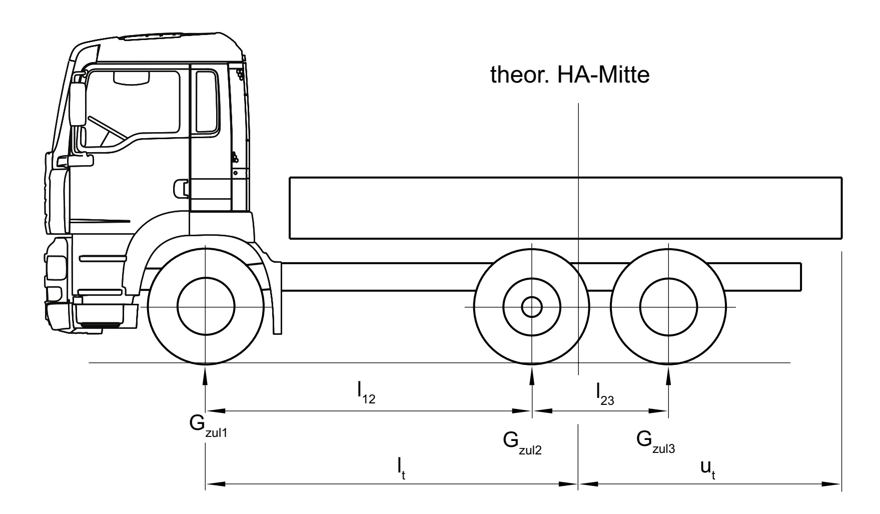
Formel 4: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$l_t = l_{12} + 0{,}5 \cdot l_{23}$$

Formel 5: Zulässige theoretische Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei gleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$

Bild 6: Theoretischer Radstand und Überhang Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten (im MAN-Fahrzeugprogramm z.B. alle 6x2) ESC-048



Formel 6: Theoretischer Radstand Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

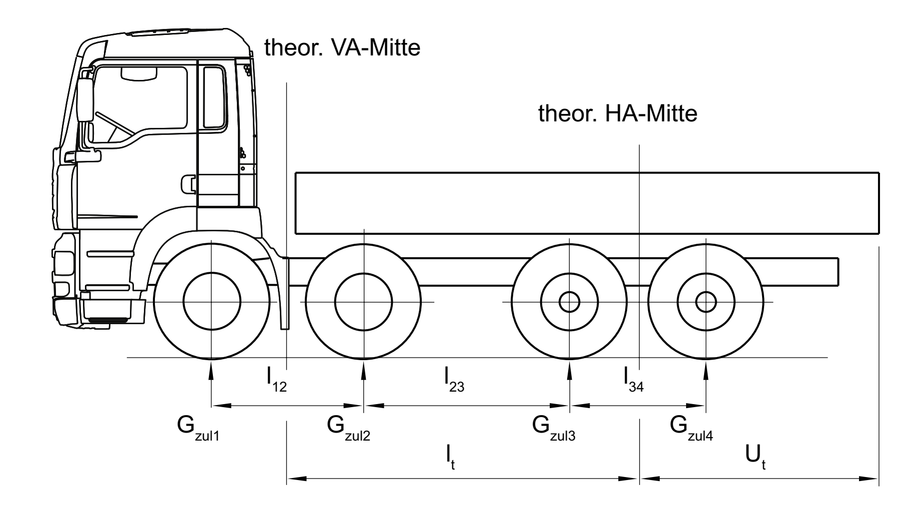
$$l_t = l_{12} + \frac{G_{zul3} \cdot l_{23}}{G_{zul2} + G_{zul3}}$$

Formel 7: Zulässige Überhanglänge Dreiachser mit zwei Hinterachsen bei ungleichen Hinterachslasten

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$



Bild 7: Theoretischer Radstand und Überhang Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen (beliebige Achslastverteilung) ESC-050



Formel 8: Theoretischer Radstand Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen (beliebige Achslastverteilung)

$$l_t = l_{23} + \frac{G_{zul1} \cdot l_{12}}{G_{zul1} + G_{zul2}} + \frac{G_{zul4} \cdot l_{34}}{G_{zul3} + G_{zul4}}$$

Formel 9: Zulässige Überhanglänge Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$

3.6 Achslastberechnung und Wiegevorgang

Für die richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich.
Die optimale Abstimmung des Aufbaus auf den Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird, und die gewogenen Gewichte in einer Achslastberechnung berücksichtigt werden.
Die angegebenen Gewichte in den Verkaufsunterlagen berücksichtigen nur den Serienzustand eines Fahrzeuges, Bautoleranzen können auftreten.

Das Fahrzeug ist zu verwiegen:

- ohne Fahrer
- mit vollem Kraftstoffbehälter
- mit gelöster Feststellbremse, Fahrzeug mit Unterlegkeilen sichern
- bei Luftfederung Fahrzeug in normale Fahrstellung anheben
- liftbare Achsen absenken
- Anfahrhilfen nicht betätigen.

Beim Wiegen folgende Reihenfolge einhalten:

Zweiachser

- 1. Achse
- 2. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

Dreiachser mit zwei Hinterachsen

- 1. Achse
- 2. mit 3. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

Vierachser mit zwei Vorder- und zwei Hinterachsen

- 1. mit 2. Achse
- 3. mit 4. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug

Vierachser mit einer Vorder- und drei Hinterachsen

- 1. Achse
- 2. mit 3.und 4. Achse
- zur Kontrolle das gesamte Fahrzeug.

3.7 Kontroll-/ Einstellarbeiten nach der Aufbaumontage

Bei TGA **nicht** kontrollieren/ einstellen:

- ALB-Einstellung: keine Arbeiten nach der Aufbaumontage erforderlich

Kontroll-/ Einstellarbeiten, die vom Aufbauhersteller nach erfolgter Aufbaumontage vorgenommen werden müssen:

- Vor der Aufbaumontage sind MAN-seitig mitgelieferte und auf dem Fahrgestellrahmen montierte Dachspoiler auf dem Fahrerhausdach zu befestigen
- Scheinwerfergrundeinstellung, siehe auch Abschnitt 6.6 in diesem Heft
- Batterieladung nach Ladekalender prüfen, Batterieladekarte abzeichnen, siehe auch Kapitel 6, Elektrik, Elektronik, Leitungen'
- Unterfahrschutz hinten auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen.
- Seitliche Schutzvorrichtung auf gesetzliche Vorschriftsmäßigkeit prüfen (Maße siehe Kapitel 4 ‚Fahrgestelle ändern') und ggf. einstellen.



3.8 Hinweise zum MAN Hydrodrive®

Der MAN Hydrodrive® ist ein hydrostatischer Vorderachsantrieb mittels Radnabenmotoren. Er ist zuschaltbar und wirkt im Bereich zwischen 0 und 28 km/h. Fahrzeuge mit Hydrodrive® gelten zulassungsrechtlich als Geländefahrzeuge im Sinn der Richtlinien 70/156 EWG (zuletzt geändert durch 2005/64/EG und 2005/66/EG).
Der Hydraulikkreislauf des Hydrodrive® ist ausschließlich für den geregelten Antrieb der Vorderachse freigegeben, er darf nicht zur Speisung weiterer Hydrauliken verwendet werden.
Bei Kippsattel-Aufbauten und anderen Aufbauten bei denen die Gefahr besteht, dass Ladegut in den Bereich des Ölkühlers fällt ist eine Ölkühlerabdeckung vorzusehen. Diese ist unter dem Titel ‚Schutzabdeckung für Kühler/ Lüfter bei HydroDrive®' ab Werk erhältlich aber auch nachrüstbar (Einbau Nr. 81.36000.8134).

4. Fahrgestelle ändern

Um das vom Kunden gewünschte Produkt darstellen zu können sind u.U. zusätzliche Komponenten ein-, an- oder umzubauen. Wegen der Baugleichheit und Wartung empfehlen wir die Verwendung von Original-MAN-Komponenten, sofern dies mit der konstruktiven Auslegung vereinbar ist. Um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten, empfehlen wir die Verwendung von solchen Komponenten, die gleiche Wartungsintervalle aufweisen wie das MAN-Fahrgestell.
Alle sicherheitsrelevanten Komponenten der Rad-/ Achsführungen, der Lenkung und der Bremsen dürfen nicht modifiziert werden.
Vorhandene Stabilisatoren nicht entfernen oder modifizieren.
Der Ein- oder Umbau von Komponenten bedingt oft Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS). Notwendige Änderungen bzw. Erweiterungen der Fahrzeugprogrammierung sind in diesen Richtlinien beim jeweiligen Thema angegeben.
Diese Änderungen können nur mit Hilfe der Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen und der Freigabe der Programme durch Abteilung SMTSE-ESC, (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber") erfolgen.
Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem" bzw. „Flexibles Wartungssystem" aufgenommen. Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausstattung gerechnet werden.

4.1 Rahmenwerkstoff

Bei Änderungen an den Längs- und Querträgern des Fahrgestells ist ausschließlich die Verwendung des Original-Rahmenwerkstoffs S500MC (QStE 500TM) zugelassen.
Ausnahme: Bei Profil 33 sind die Längsträger in S420MC = QStE420TM ausgeführt.

Tabelle 10: Stahlwerkstoffe für TGA-Rahmen

Werkstoff-nummer	alte Werkstoff-bezeichnung	Norm alt	$\sigma_{0,2}$ N/mm²	σ_B N/mm²	neue Werstoff-bezeichnung	Norm neu	Profilnummern nach Tabelle 11
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	33
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	31 32 34

Für Hilfsrahmenlängs- und -querträger sind Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von $\sigma_{0,2}$ ≥ 350 N/mm² zu verwenden, weitere Angaben zu Hilfsrahmen siehe Kapitel Hilfsrahmen 5.3.3.
Bei TGA werden - typbezogen - folgende Rahmenlängsträgerprofile verwendet.



Bild 8: Profildaten der Rahmenlängsträger ESC-112

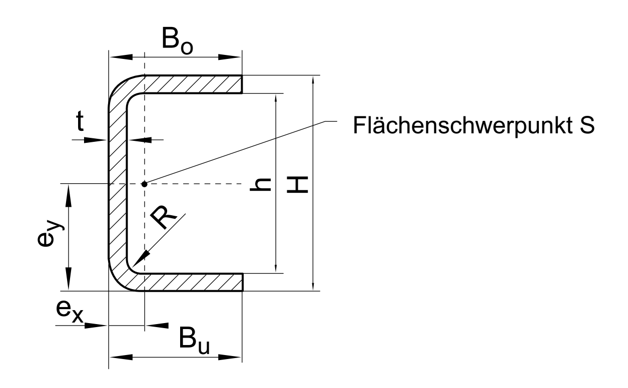


Tabelle 11: Profildaten der Rahmenlängsträger - (Fett gedruckte werden in der TGA-Baureihe verwendet)

Nr.	H mm	h mm	B_o mm	B_u mm	t mm	R mm	G kg/m	$\sigma_{0,2}$ N/mm²	σ_B N/mm²	A Mm²	e_x mm	e_y mm	I_x cm⁴	W_{x1} cm³	W_{x2} cm³	I_y cm⁴	W_{y1} cm³	W_{y2} cm³
1	220	208	80	85	6	10	17	420	480..620	2.171	21	110	1.503	138	135	135	64	21
2	222	208	80	80	7	10	20	420	480..620	2.495	20	111	1.722	155	155	142	71	24
3	222	208	75	75	7	10	19	420	480..620	2.425	18	111	1.641	148	148	118	66	21
4	224	208	75	75	8	10	22	420	480..620	2.768	19	112	1.883	168	168	133	70	24
5	220	208	70	70	6	10	16	420	480..620	2.021	16	110	1.332	121	121	85	53	16
6	322	306	80	80	8	10	29	420	480..620	3.632	17	161	4.821	299	299	176	104	28
7	262	246	78	78	8	10	24	420	480..620	3.120	18	131	2.845	217	217	155	86	26
8	260	246	78	78	7	10	21	420	480..620	2.733	18	130	2.481	191	191	138	77	23
9	224	208	80	80	8	10	22	420	480..620	2.848	20	112	1.976	176	176	160	80	27
10	262	246	80	80	8	10	25	420	480..620	3.152	19	131	2.896	221	221	167	88	27
11	273	247	85	85	7[1)]	6[2)]	31	355	510	3.836	26	136	4.463	327	327	278	108	47
12	209	200	65	65	4,5	8	11	260	420	1.445	15	105	868	83	83	52	35	10
13	210	200	65	65	5	8	13	260	420	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
14	220	208	70	80	6	10	16	420	480..620	2.081	18	107	1.399	131	124	105	58	17
15	222	208	70	80	7	10	19	420	480..620	2.425	18	108	1.638	152	144	120	67	19
16	234	220	65	65	7	8	19	420	480..620	2.381	15	117	1.701	145	145	80	53	16
17	220	208	75	75	6	10	16	420	480..620	2.081	18	110	1.400	127	127	103	57	18
18	218	208	70	70	5	10	13	420	480..620	1.686	16	109	1.105	101	101	72	45	13
19	222	208	70	70	7	10	18	420	480..620	2.355	17	111	1.560	141	141	97	57	18
20	260	246	70	70	7	10	21	420	480..620	2.621	15	130	2.302	177	177	101	67	18
21	210	200	65	65	5	8	13	420	480..620	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
22	330	314	80	80	8	10	29	420	480..620	3.696	17	165	5.125	311	311	177	104	28
23	270	254	80	80	8	10	25	420	480..620	3.216	18	135	3.118	231	231	168	93	27
24	274	254	80	80	10	10	31	420	480..620	4.011	19	137	3.919	286	286	204	107	33
25	266	254	80	80	6	10	19	420	480..620	2.417	18	133	2.325	175	175	130	72	21
26	224	208	70	70	8	10	21	420	480..620	2.688	17	112	1.789	160	160	109	64	21
27	268	254	70	70	7	10	21	420	480..620	2.677	15	134	2.482	185	185	102	68	19
28	270	254	70	70	8	10	24	420	480..620	3.056	15	135	2.843	211	211	114	76	21

Tabelle 11: Profildaten der Rahmenlängsträger - (Fett gedruckte werden in der TGA-Baureihe verwendet (Fortsetzung))

Nr.	H mm	h mm	B_o mm	B_u mm	t mm	R mm	G kg/m	$\sigma_{0,2}$ N/mm^2	σ_B N/mm^2	A Mm^2	e_x mm	e_y mm	I_x cm^4	W_{x1} cm^3	W_{x2} cm^3	I_y cm^4	W_{y1} cm^3	W_{y2} cm^3
29	334	314	80	80	10	10	36	420	480..620	4.611	17	167	6.429	385	385	215	126	34
30	328	314	80	80	7	10	25	420	480..620	3.237	16	164	4.476	273	273	158	99	25
31	**270**	**254**	**85**	**85**	**8**	**10**	**26**	**500**	**550..700**	**3.296**	**20**	**135**	**3.255**	**241**	**241**	**201**	**101**	**31**
32	**270**	**251**	**85**	**85**	**9,5**	**10**	**30**	**500**	**550..700**	**3.879**	**21**	**135**	**3.779**	**280**	**280**	**232**	**110**	**36**
33	**334**	**314**	**85**	**85**	**10**	**10**	**37**	**420**	**480..620**	**4.711**	**19**	**167**	**6.691**	**401**	**401**	**257**	**135**	**39**
34	**270**	**256**	**85**	**85**	**6,8**	**10**	**22**	**500**	**550..700**	**2.821**	**19**	**135**	**2.816**	**209**	**209**	**174**	**92**	**26**
35	220	212	70	70	4	10	11	420	480..620	1.367	16	110	921	84	84	59	37	11
36	220	211	70	70	4,5	10	12	420	480..620	1.532	16	110	1.026	93	93	65	41	12
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480..620	2.341	17	110	1.526	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480..620	2.656	17	110	1.712	156	156	108	64	20
39	270	256	70	70	7	10	21	420	480..620	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
40	270	256	70	70	7	10	21	500	550..700	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
41	270	254	70	70	8	10	24	420	480...620	3.056	15	135	2.842	211	211	114	76	21
42	**270**	**254**	**85**	**85**	**8**	**10**	**26**	**420**	**480..620**	**3.296**	**20**	**135**	**3.255**	**241**	**241**	**201**	**101**	**31**
43[3]	**270**	**254**	**85**	**85**	**8**	**10**	**26**	**500**	**560..700**	**3.296**	**20**	**135**	**3.255**	**241**	**241**	**201**	**101**	**31**
44[4]	**270**	**256**	**80**	**80**	**7**	**10**	**22**	**460**	**490..627**	**2.831**	**18**	**135**	**2.770**	**205**	**205**	**150**	**83**	**24**
45[3]	**270**	**251**	**85**	**85**	**9,5**	**10**	**30**	**500**	**550..700**	**3.879**	**21**	**135**	**3.779**	**280**	**280**	**232**	**110**	**36**
46	**270**	**254**	**70**	**70**	**8**	**10**	**24**	**500**	**550..700**	**3.056**	**15**	**135**	**2.842**	**211**	**211**	**114**	**76**	**21**

1) Ober- und Untergurt 13 mm dick
2) Außenradius 10 mm
3) LNE500 nach brasilianischer Norm NBR 6656:2008, für TGX in Lateinamerika (Stand 03 2010: CKD Typen 28X. 88X)
4) CLA (Cargo Line A)

Tabelle 12 gibt die grundsätzliche typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträger in Beispielen zum Stand der Veröffentlichung wieder und erhebt keinen Anspruch auf Aktualität und Vollständigkeit. Welches Rahmenlängsträgerprofil verwendet wird, beschreibt aktuell und verbindlich:

- die Fahrgestellzeichnung
- das technische Datenblatt

des jeweiligen Fahrzeugs, siehe www.manted.de im Bereich ‚Fahrgestelle'.

Tabelle 12: Typbezogene Verwendung der Rahmenlängsträgerprofile bei TGA

Tonnage	Fahrzeug	Suffix	Typ	Profilnummer	Besonderheiten
18 t	TGA 18.xxx 4x2	BLS-TS BLS-TS BLS-TS	H01 H08 H11	34	Sattel Tank/Silo
		BB BB BL BL BL LL LL LLS-U LLS-U LL-U LL-U BL-WW	H02 H03 H05 H06 H07 H09 H10 H12 H13 H14 H15 H61	31 42 31	
	TGA 18.xxx 4x4 TGA 18.xxx 4x4H	BB BB BL BL BL	H51 H52 H22 H70 H80	31	
19 t	TGA 19.xxx 4x2	BBS-WW BB-WW	H43 H60	32 32	
25 t	TGA 25.xxx 6x2-2, 6x2-4	LL-U LL-U	H44 H45	31	
26 t	TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 TGA 26.xxx 6x4H	BL BL BL LL LL LL BL BL LL	H16 H17 H18 H19 H20 H21 H35 H27 H31	31	
26 t	TGA 26.xxx 6x2/2, 6x2/4 TGA 26.xxx 6x4H	BL BL BL BL	H23 H24 H32 H42	31	
26 t	TGA 26.xxx 6x4	BB BB	H25 H26	31/32	Profil 31 bei Radstand ≤ 3.900+1.400 Profil 32 bei Radstand > 3.900+1.400
		BL BL BL-WW	H29 H30 H63	31	
26 t	TGA 26.xxx 6x6 TGA 26.xxx 6x6H	BB BB BB BL BL	H55 H47 H56 H72 H82	31/32	Profil 31 bei Radstand ≤ 3.900+1.400 Profil 32 bei Radstand > 3.900+1.400



Tonnage	Fahrzeug	Suffix	Typ	Profilnummer	Besonderheiten
28 t	TGA 28.xxx 6x2-4 TGA 28.xxx 6x2-2	BL, LL LL BL LL BL	H71 H85 H86 H87 H89	31	NLA gelenkt NLA zwillingsbereift NLA zwillingsbereift NLA zwillingsbereift NLA zwillingsbereift
28 t	TGA 28.xxx 6x4-4	BL	H81	31	NLA gelenkt
28 t	TGA 28.xxx 6x6-4	BL	H83	31	NLA gelenkt und angetrieben
32 t	TGA 32.xxx 8x4	BB BB	H48 H49	34	nur Transportmischer u. Hinterkipper
33 t	TGA 33.xxx 6x4	BB BB BB-WW BB-WW	H25 H26 H28 H62	31/32	Profil 31 bei Radstand ≤ 3.900+1.400 Profil 32 bei Radstand > 3.900+1.400
		BLBL	H29 H30	31	
33 t	TGA 33.xxx 6x6 TGA 33.xxx 6x6H	BB BB-WW BB BB BL BL	H47 H54 H55 H56 H72 H82	31/32	Profil 31 bei Radstand ≤ 3.900+1.400 Profil 32 bei Radstand > 3.900+1.400
35 t	TGA 35.xxx 8x2-4, 8x2-6	BL BL	H88 H90	31	
	TGA 35.xxx 8x4	BB BB BL BL	H36 H37 H40 H41	31	
	TGA 35.xxx 8x4-4	BL BL	H91 H92	31	
35 t	TGA 35.xxx 8x6	BB BB	H73 H93	31	bei Gesamtgew. ≤ 35 t
35 t	TGA 35.xxx 8x8	BB BB	H76 H96	31	bei Gesamtgew. ≤ 35 t
40 t	TGA 40.xxx 6x4	BB-WW BB	H33 H34	32	
40 t	TGA 40.xxx 6x6	BB-WW BB	H57 H58	32	
41 t	TGA 41.xxx 8x4	BB BB BB-WW	H38 H39 H46	32	
41 t	TGA 41.xxx 8x4/4	BB, BLBB, BL	H94 H95	33	
41t	TGA 41.xxx 8x6	FFDA FFDA	H73 H93	32	bei Gesamtgew. > 35 t
	TGA 41.xxx 8x8	FFDA FFDA	H76 H96	32	bei Gesamtgew. > 35 t



4.1.1 Hilfsrahmenwerkstoff

Die Werkstoffe S235JR (St37-2) und S260NC (QStE260N) sind aus Festigkeitsgründen nur bedingt geeignet.
Sie sind deshalb nur für Hilfsrahmenlängs- und -querträger zugelassen, die aus dem Aufbau lediglich mit Streckenlasten belastet werden. Treten Punktlasten auf oder sind Aggregate mit lokaler Krafteinleitung anzubauen wie z.B. Ladebordwände, Kräne, Seilwinden, dann sind in jedem Fall Stahlwerkstoffe mit einer Streckgrenze von $\sigma_{0,2}$ > 350 N/mm² erforderlich.

4.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.
Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.
Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden,
die **MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“**
verbindlich anzuwenden. Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt. Bezugsmöglichkeit für MAN-Werknormen besteht über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich.

MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Chassisdecklack auf Wasserbasis bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertigen Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und des Hilfsrahmens folgender Beschichtungsaufbau vorausgesetzt:

- metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund, zugelassen nach MAN-Werknorm M 3162-C oder - falls möglich KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K-Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösemittelbasis (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

Anstelle Grundierung und Decklackierung ist für den Unterbau des Aufbaus (z.B. Längs-, Querträger und Knotenbleche) auch eine Feuerverzinkung möglich. Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und -temperaturen ist den jeweiligen Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen. Bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Metallwerkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist die Auswirkung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Korrosionserscheinungen an den Grenzflächen zu berücksichtigen (Isolierung).
Die Verträglichkeit der Werkstoffe ist zu berücksichtigen; z.B. die elektrochemische Spannungsreihe (Ursache von Kontaktkorrosion).

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen.
Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzrückständen zu befreien.

4.3 Bohrungen, Niet- und Schraubverbindungen am Rahmen

Nach Möglichkeit sind bereits im Rahmen vorhandene Bohrungen zu verwenden. In die Flansche der Rahmenlängsträgerprofile, also in die Ober- und Untergurte, darf nicht gebohrt werden (siehe Bild 9). Eine Ausnahme hiervon bildet nur das hintere Rahmenende, außerhalb des Bereiches aller für die tragende Funktion der letzten Achse dienlichen und am Rahmen angebrachten Teile (siehe Bild 10). Dies gilt auch für den Hilfsrahmen.



Bild 9: Rahmenbohrungen in Ober- und Untergurt ESC-155

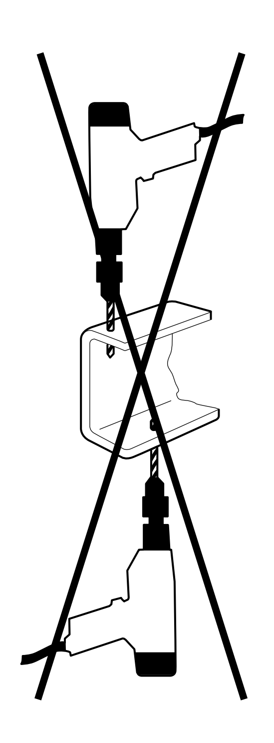
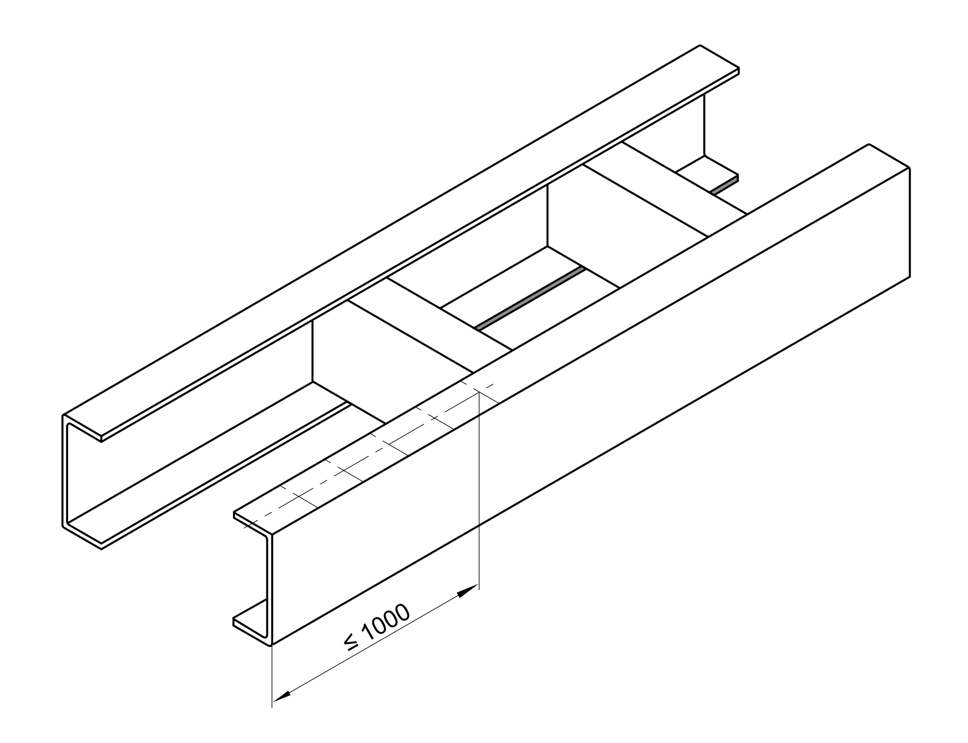


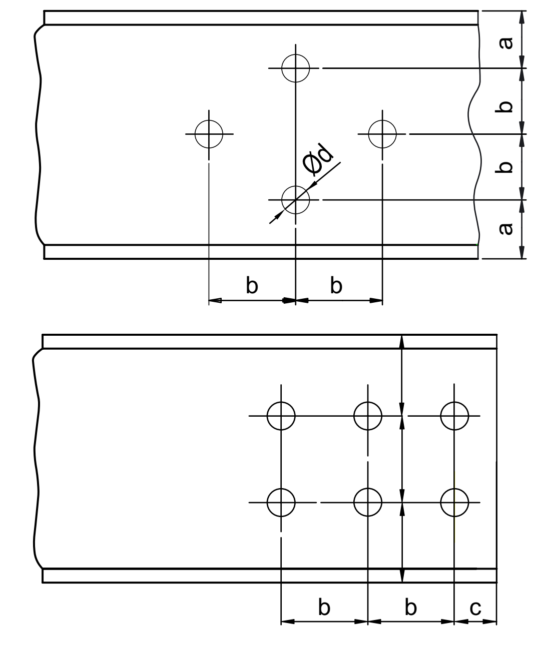


Bild 10: Bohrungen am Rahmenende ESC-032



Rahmenbohrungen sind auf ganzer nutzbarer Rahmenlänge möglich.
Die Einhaltung der zulässigen Bohrungsabstände nach Bild 11 ist jedoch Voraussetzung.
Nach dem Bohren alle Bohrungen reiben und entgraten.

Bild 11: Bohrungsabstände ESC-021

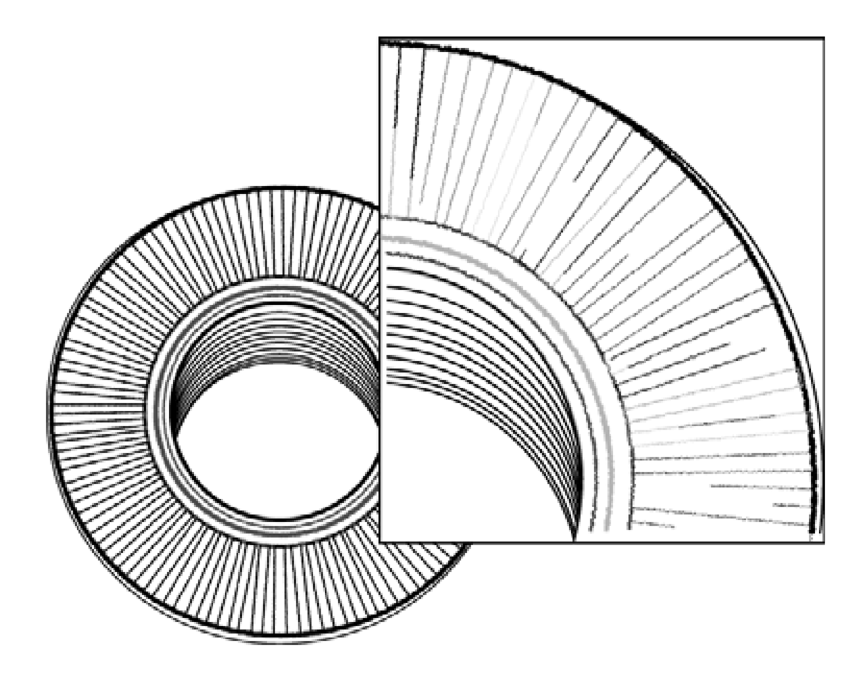


a ≥ 40
b ≥ 50
c ≥ 25
TGA: d ≤ 16



Viele Verbindungen von Rahmenteilen und Anbauteilen am Rahmen (z.B. Knotenbleche mit Querträger, Schubbleche, Brückenwinkel) sind in der Serie genietet. Werden an diesen Teilen nachträglich Veränderungen vorgenommen, so sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehsicherung zulässig. MAN empfiehlt Ripp-Schrauben/ -muttern.
Das Anzugsdrehmoment nach Herstellervorgaben ist einzuhalten.
Bei Wiedermontage von Ripp-Schrauben sind an der Anzugsseite neue Schrauben bzw. Muttern zu verwenden.
Die Anzugsseite ist durch leichte Spuren an den Rippen im Schrauben- bzw. Mutternflansch zu erkennen (siehe Bild 12).

Bild 12: Spurenbild in den Rippen auf der Anzugsseite ESC-216



Alternativ ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM, Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben möglich. Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen. Prinzipiell zulässig sind auch Flanschschrauben.
MAN weist daraufhin, dass Flanschschrauben hohe Anforderungen an die Montagegenauigkeit stellen, dies gilt insbesondere bei geringen Klemmlängen.
Die Verschraubung von homologierten (z.B. Unterfahrschutzeinrichtungen, Verbindungseinrichtungen) oder/und sicherheitsrelevanten Baugruppen (Bremse, Achsen, Achsführung, Federung) darf ausschließlich mit den jeweiligen MAN-Original-Verbindungsmitteln durchgeführt werden.

4.4 Rahmenänderung

4.4.1 Schweißen am Rahmen

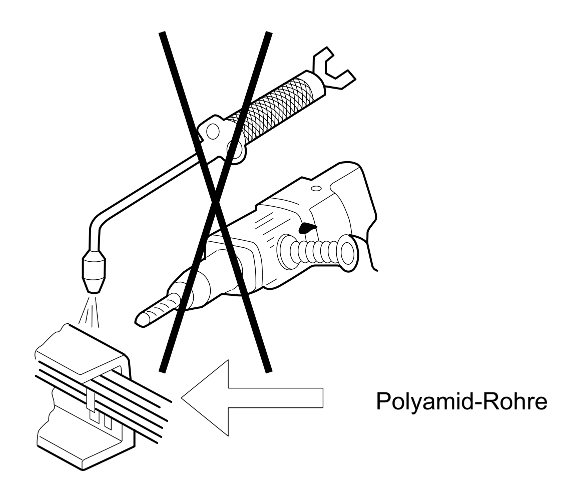
Schweißarbeiten an Rahmen und Achsaufhängungen die nicht in dieser Aufbaurichtlinie oder den MAN-Reparaturanleitungen beschrieben werden, sind generell unzulässig. An bauartgenehmigungspflichtigen Bauteilen (z.B. Verbindungseinrichtungen, Unterfahrschutz) dürfen Schweißarbeiten nur vom Inhaber der Bauartgenehmigung durchgeführt werden.
Schweißarbeiten an diesen Bauteilen führen sonst zum Erlöschen der Bauartgenehmigung! Schweißarbeiten am Fahrgestell bedürfen besonderer Fachkenntnisse, daher muss das ausführende Unternehmen über entsprechend ausgebildetes, geschultes und qualifiziertes Personal verfügen, welches für die erforderlichen Schweißarbeiten eingesetzt wird (z.B. in Deutschland entsprechend DVS Merkblätter 2510 - 2512 „Instandsetzungsschweißen an Nutzfahrzeugen“, Bezug über DVS-Verlag).
Die Rahmen der MAN-Nutzfahrzeuge sind aus hochfesten Feinkornstählen hergestellt. Schweißarbeiten am Rahmen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Kapitel 4.1. Der eingesetzte Feinkornstahl ist gut schweißgeeignet. Die Schweißverfahren MAG (Metallaktivgasschweißen) bzw. E (Lichtbogenhandschweißen) gewährleisten beim Einsatz qualifizierter Schweißer hochwertige und dauerhafte Schweißverbindungen.

Empfohlene Schweißzusatzwerkstoffe:

MAG	Draht SG 3
E	Elektrode B 10.

Eine gründliche Vorbereitung der Schweißstelle ist wichtig für das Gelingen einer qualitativ hochwertigen Verbindung.
Wärmeempfindliche Teile sind zu schützen oder zu demontieren. Die Verbindungsstellen von Schweißteil am Fahrzeug und Masseklemme am Schweißgerät müssen blank sein; daher Farbe, Korrosion, Öl, Fett, Schmutz usw. entfernen.
Die Schweißung ist grundsätzlich mit Gleichstrom auszuführen, auf die Polarität der Elektroden ist zu achten. Leitungen (Elektrik, Luft) in der Nähe der Schweißstelle sind vor Hitzeeinwirkung zu schützen, besser ist, die Leitungen zu entfernen.

Bild 13: Schutz wärmeempfindlicher Teile ESC-156



Das Schweißen ist zu unterlassen, wenn die Umgebungstemperatur auf einen Wert unter +5°C sinkt.
Schweißarbeiten sind ohne Einbrandkerben durchzuführen (siehe Kehlnähte Bild 14). Risse in der Schweißnaht sind unzulässig.
Verbindungsnähte an den Längsträgern sind als V- oder X-Nähte in mehreren Lagen auszuführen.
Senkrechte Schweißungen sind als Steignähte auszuführen (von unten nach oben siehe Bild 16).

Bild 14: Einbrandkerben ESC-150

Bild 15: Schweißnahtausführung bei X- und Y-Naht ESC-003

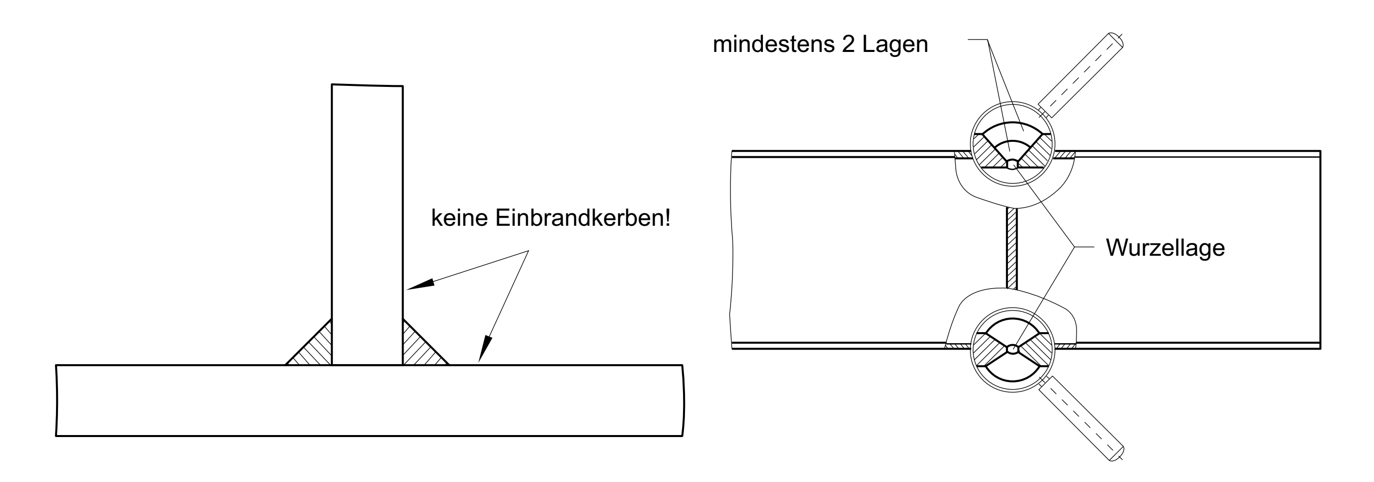
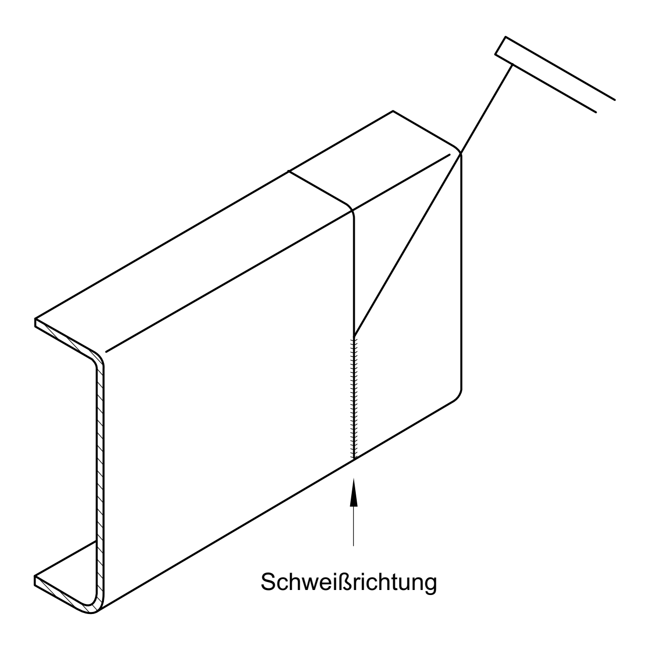


Bild 16: Senkrechte Rahmenschweißung ESC-090



Zur Vermeidung von Schäden an elektronischen Baugruppen (z.B. Generator, Radio, FFR, EBS, EDC, ECAS) ist folgende Vorgehensweise einzuhalten:

- Minus- und Pluskabel der Batterien abklemmen, lose Enden der Kabel miteinander verbinden (jeweils - mit +)
- Batteriehauptschalter einschalten (mechanischer Schalter) bzw. elektrischen Batteriehauptschalter am Magnet überbrücken (Kabel abklemmen und miteinander verbinden)
- Massezange des Schweißgeräts unmittelbar an der zu schweißenden Stelle gut leitend (s.o.) befestigen
- Werden zwei Teile miteinander verschweißt sind sie miteinander gut leitend zu verbinden (z.B. beide Teile mit der Massezange verbinden)

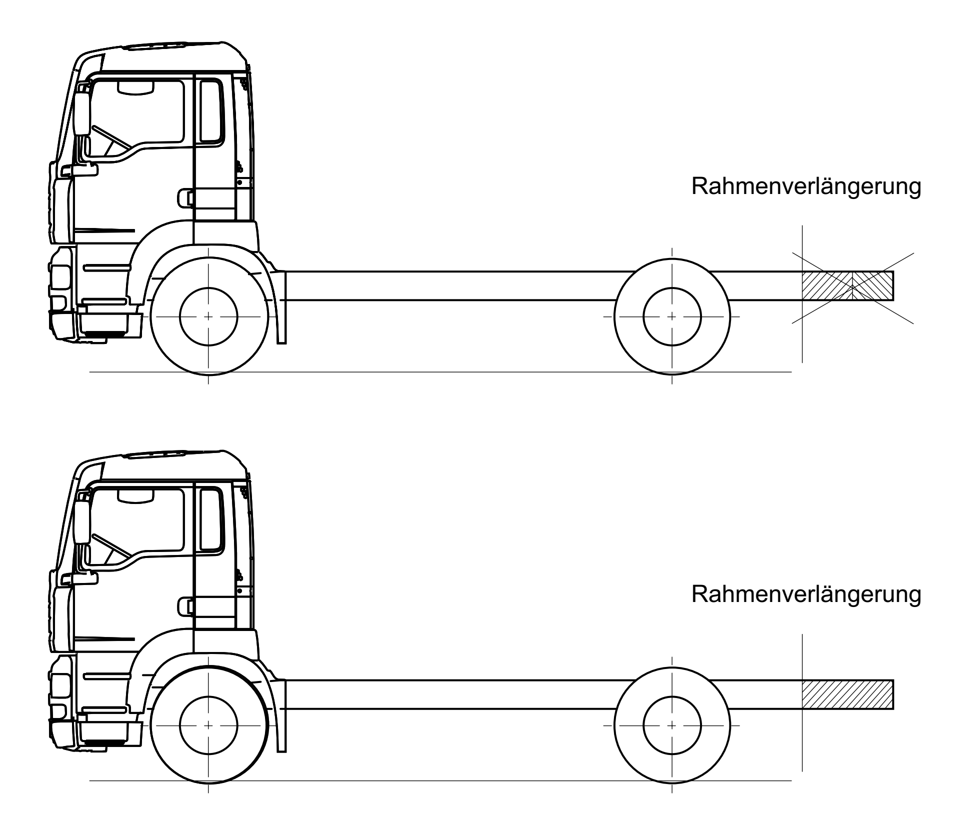
Elektronische Baugruppen müssen nicht abgeklemmt werden sofern die oben genannten Voraussetzungen genau eingehalten werden.



4.4.2 Rahmenüberhang ändern

Aufgrund eines geänderten hinteren Überhangs verschiebt sich der Schwerpunkt für Nutzlast und Aufbau, damit ändern sich die Achslasten. Ob sich dies im zulässigen Bereich bewegt, kann nur eine Achslastberechnung zeigen, die deshalb unerlässlich ist und vor Beginn der Arbeiten durchgeführt werden muss. Rahmenüberhangsverlängerungen sind nur mit Verwendung des jeweiligen Original-Rahmenwerkstoffs zulässig, siehe Kapitel 4.1. Eine Verlängerung mit mehreren Profilstücken ist nicht zulässig.

Bild 17: Verlängerung Rahmenüberhang ESC-093

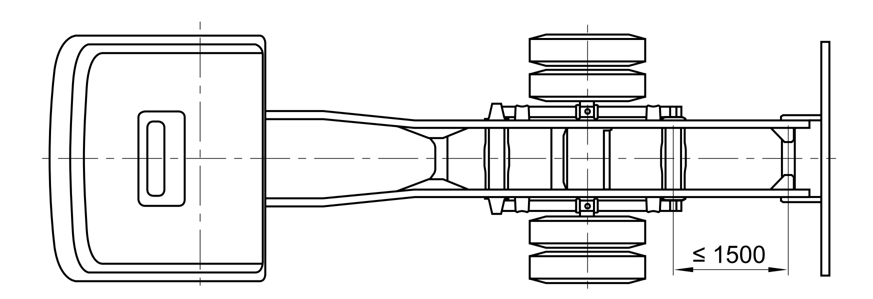


CAN-Kabelstränge dürfen grundsätzlich nicht geschnitten und verlängert werden.
Für Rahmenverlängerungen gibt es bei MAN vorbereitete Kabelstränge für Schlussleuchten, Zusatzschlussleuchten, Anhängersteckdosen, Seitenmarkierungsleuchten und ABS-Kabel. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise ist im Heft ‚Schnittstellen TG'.

Ist an Fahrzeugen mit kurzer Überhanglänge eine Verlängerung beabsichtigt, dann ist der vorhandene Querträger zwischen den hinteren Hinterfederböcken an Ort und Stelle zu belassen.
Ein zusätzlicher Rahmenquerträger ist unbedingt dann vorzusehen, wenn der Abstand der Querträger mehr als 1.500 mm beträgt (siehe Bild 18). Eine Toleranz von +100 mm ist zulässig. Ein Schlußquerträger muss immer vorhanden sein.

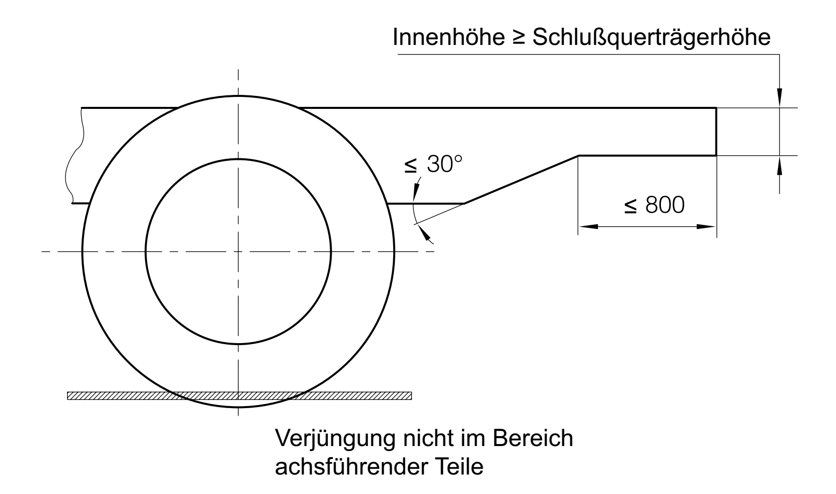


Bild 18: Max. Abstand der Rahmenquerträger ESC-092



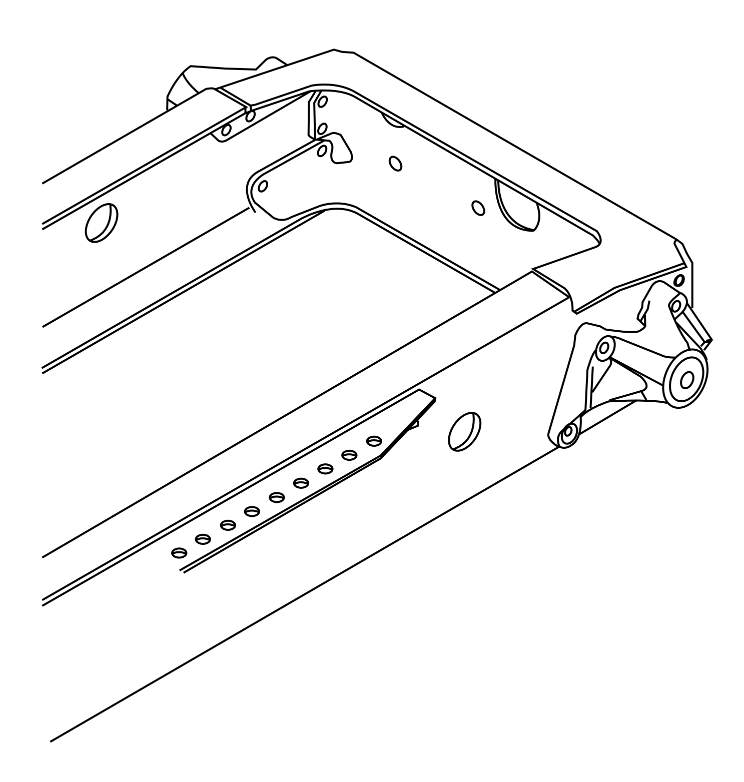
Das hintere Rahmenende darf entsprechend Bild 19 verjüngt werden. Die hierdurch hervorgerufene Querschnittsverminderung des Rahmenlängsträgers muss weiterhin ausreichende Festigkeitswerte aufweisen.
Verjüngungen im Bereich achsführender Teile sind nicht erlaubt.

Bild 19: Verjüngung am Rahmenende ESC-108



Wird ein Rahmenüberhang bis zur Achsführung oder Federung gekürzt (z.B. hinterer Federbock, Stabilisatorhalter), müssen dort vorhandene Querträger (in der Regel Rohrquerträger) bleiben oder durch den geeigneten Original-MAN-Schlußquerträger ersetzt werden (siehe Bild 20).

Bild 20: Rahmenende einer Sattelzugmaschine ESC-503



4.4.3 Radstandsänderungen

Für jede Radstandsänderung ist eine Herstellerfreigabe erforderlich. Die Anfragemöglichkeit besteht über das Formular „Anforderung von Bestätigungen“, verfügbar auf www.manted.de oder über Online-Formular für Bestätigungen. Die damit verbundene Parametrierung des Radstands und falls geändert des Rahmenüberhangs wird zusammen mit der Bestätigung durchgeführt.
Aufgrund der technischen Bauvorschriften bezüglich Lenkung (insbesondere 70/311 EWG) sind die Fahrgestelle der Baureihe TGS/TGX je nach Anzahl und Art der Lenkachsen, Radstand, Bereifung, Achslasten und Gesamtgewicht mit unterschiedlichen Lenkrädern (Durchmesser), Lenkgetrieben (Übersetzungsbereich) und Lenkölverrohrung (Kühlspirale) ausgerüstet.

Radstandsänderungen sind grundsätzlich möglich durch:

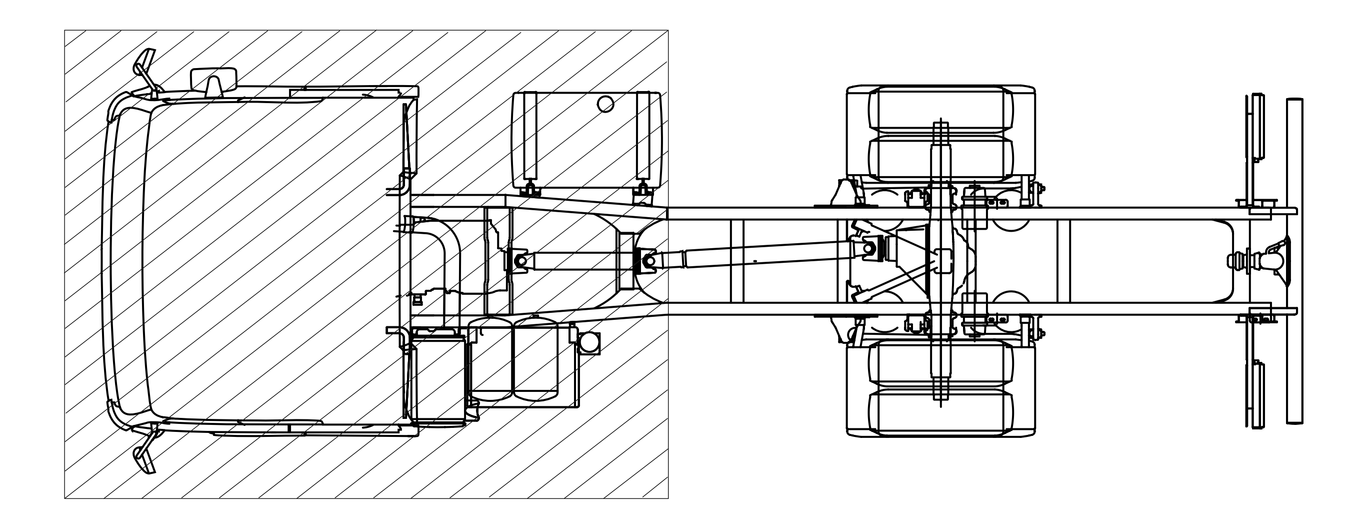
- Versetzen des Hinterachsaggregates
- Trennen der Rahmenlängsträger und Einfügen bzw. Herausnehmen eines Rahmenabschnittes.

Alle nachfolgenden Hinweise sind zu beachten, dann ist eine Radstandsänderung fachgerecht und genehmigungsfrei.



Der neue Radstand darf nicht kürzer als der kürzeste und länger als der längste Serienradstand des gleichen Typs nach Typschlüsselnummer (siehe Kapitel 2.2, Tabelle 5.) sein.
Der maximale Querträgerabstand auch nach einer Radstandsveränderung beträgt 1.500 mm, eine Toleranz von + 100 mm ist zulässig.
Der Umbau des Gelenkwellenstrangs ist nach diesen Aufbaurichtlinien, siehe Kapitel 4.6.3.1 und den Richtlinien der Gelenkwellenhersteller durchzuführen. Entspricht der neue Radstand einem Serienradstand, dann ist die Gelenkwellen- und Querträgeranordnung wie beim Serienradstand auszuführen.
Bezüglich Verlegung von Luft- und Elektroleitungen gilt Kapitel 6 ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen'.
CAN-Kabelstränge dürfen nicht geschnitten werden, deshalb bei Radstandsverkürzungen einen längeren Weg wählen, keine Ringe und keine Schleifen legen. Für Radstandsverlängerungen sind hinterachsbezogene Steuergeräte und Sensoren mit der Achse zu versetzen, deshalb gibt es für alle hinterachsbezogenen Geräte und Sensoren Adapterkabelstränge.
Systematik, Methode und Sachnummern sind im Heft ‚Schnittstellen TG' ausführlich beschrieben.
Die Achsführung und Federung (z.B. Federböcke, Längslenkerbefestigung) darf sich nicht im Bereich vor und in der Rahmenkröpfung befinden, ein Mindestabstand von 100mm zum 2. Rahmenknick wird vorausgesetzt (siehe Bild 21).

Bild 21: Verbotene Zone für Hinterachsführung ESC-500



Bei Typen mit hydraulischer Zwangslenkung der Nachlaufachse „ZF-Servocom® RAS" (alle 6x2-4) sind an der Nachlaufachse je nach Umfang der Radstandsänderung 1. - 2. Achse Lenkhebel mit anderem Lenkeinschlagswinkel nach Tabelle 15 einzubauen.

Tabelle 13: Lenkhebel bei 6x2-4, mit „ZF-Servocom® RAS - Lenkung" der Nachlaufachse

Radstand [mm] 1. -2. Achse	Lenkhebel Sachnummer	max.Lenkeinschlag Lenkhebel
3.900 ≤ 4.200	81.46705.0508	19°
> 4.200 ≤ 4.800	81.46705.0004	16,5°
> 4.800 ≤ 5.500	81.46705.0509	14,5°
> 5.500	81.46705.0510	13,5°

Bei Typen mit elektronisch-hydraulischer Lenkung der Vorlaufachse „ZF-Servocom® RAS-EC" (alle 6x2/4 und 8x4/4) ist eine Radstandsverlängerung nicht möglich, jedoch eine Radstandskürzung. Änderungen an der Lenkanlage sind unzulässig.
Bei Fahrzeugen mit zwei mechanisch gelenkten Vorderachsen (z.B. 8x4) darf der Versatz von Lenkachsen ausschließlich von MAN-Lieferanten durchgeführt werden.



Radstandskürzungen nach diesen Richtlinien sind bei diesen Typen möglich.

Versetzen
Die Befestigung der Achsaufhängung, Achsführung und Querträger mit Nieten oder MAN-Ripp-Schrauben entsprechend Abschnitt 4.3 in diesem Kapitel, die dort geforderten Bohrungsabstände sind zu beachten!

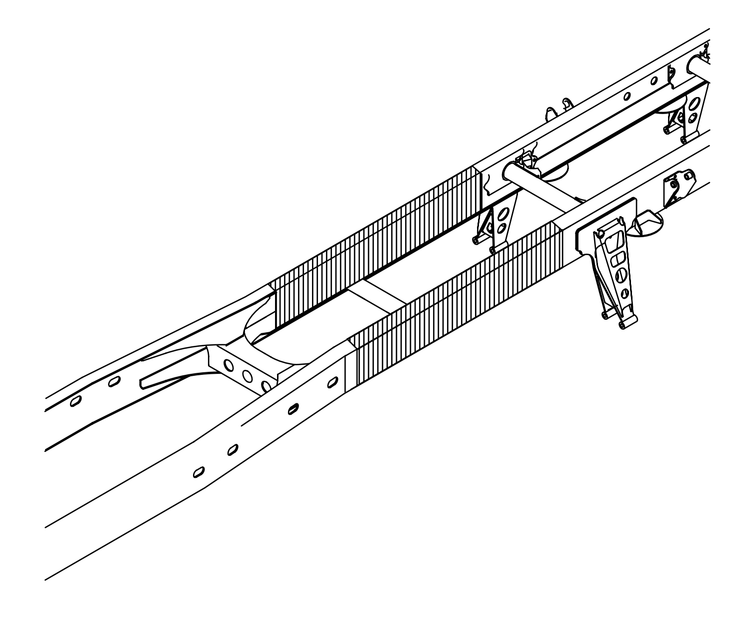
Schweißen
Die Vorgaben zum Schweißen in diesen Aufbaurichtlinien (siehe Kapitel 4.4.1) sind unbedingt zu beachten.
Für einzufügende Rahmenteile z.B. Längsträger, Rahmeneinlagen ist der Original Rahmenwerkstoff zu verwenden, Rahmenwerkstoffe siehe Kapitel 4.1. Es wird empfohlen die Rahmenlängsträger auf 150°C - 200°C vorzuwärmen.

Keine Rahmentrennung darf vorgenommen werden im Bereich der:

- Lasteinleitungsstellen
- Rahmenkröpfung, Mindestabstand 100 mm
- Achsführung und Federung (z.B. Federböcke, Längslenkerbefestigung), Mindestabstand 100 mm
- Getriebeaufhängung (auch Verteilergetriebe bei Allradfahrzeugen), Motoraufhängung

Der zulässige Schweißnahtbereich für Radstandsänderungen liegt hinter der Rahmenkröpfung und vor der vordersten Hinterachsführung. Schweißnähte in Fahrzeuglängsrichtung sind nicht erlaubt! Lage der Schweißnähte (siehe Bild 22).

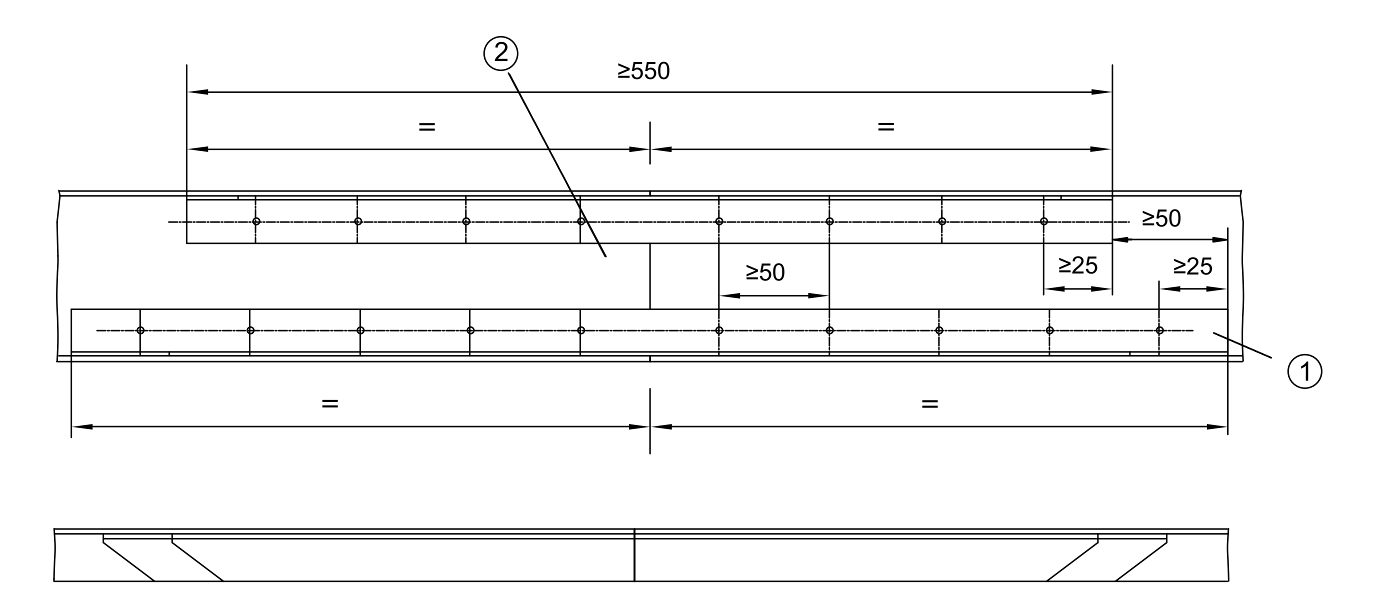
Bild 22: Möglicher Schweißbereich ESC-501



Bei Radstandsänderungen durch Trennen der Rahmenlängsträger müssen die Schweißnähte gemäß Bild 23 bzw. Bild 24 mit Einlagen gesichert werden.



Bild 23: Einlagen bei Radstandsverkürzung ESC-012



1 Im Bereich der Winkeleinlagen vorhandene Rahmenbohrungen mitverwenden.
Bohrungsabstände ≥ 50, Randabstände ≥ 25

2 Bei anliegenden Teilen Schweißnaht eingeebnet.
Schweißnaht nach Bewertungsgruppe BS, DIN 8563, Teil 3.

3 Gleichschenklige Profile verwenden.
Breite wie Rahmeninnenbreite Toleranz -5.
Dicke wie Rahmendicke, Toleranz -1. Werkstoff min. S355J2G3 (St52-3)

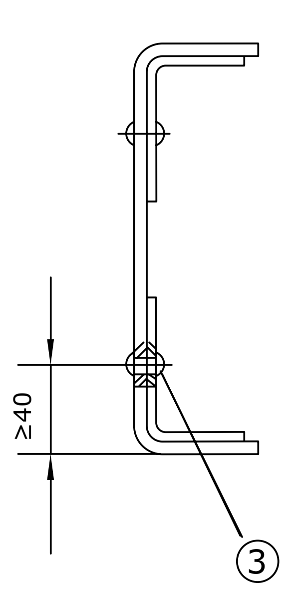
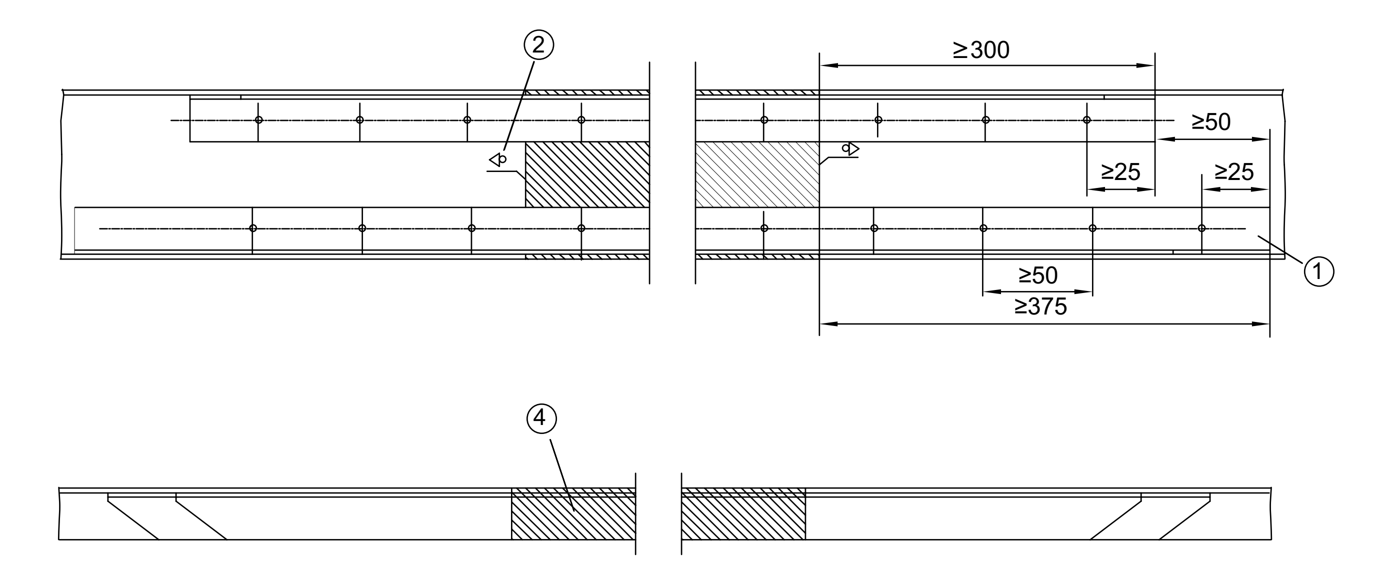
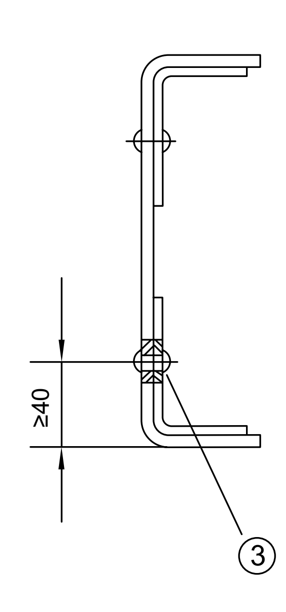




Bild 24: Einlagen bei Radstandsverlängerung ESC-013





1. Im Bereich der Winkeleinlagen vorhandene Rahmenbohrungen mitverwenden.
   Winkeleinlagen durchgehend aus einem Stück.
   Bohrungsabstände ≥ 50, Randabstände ≥ 25

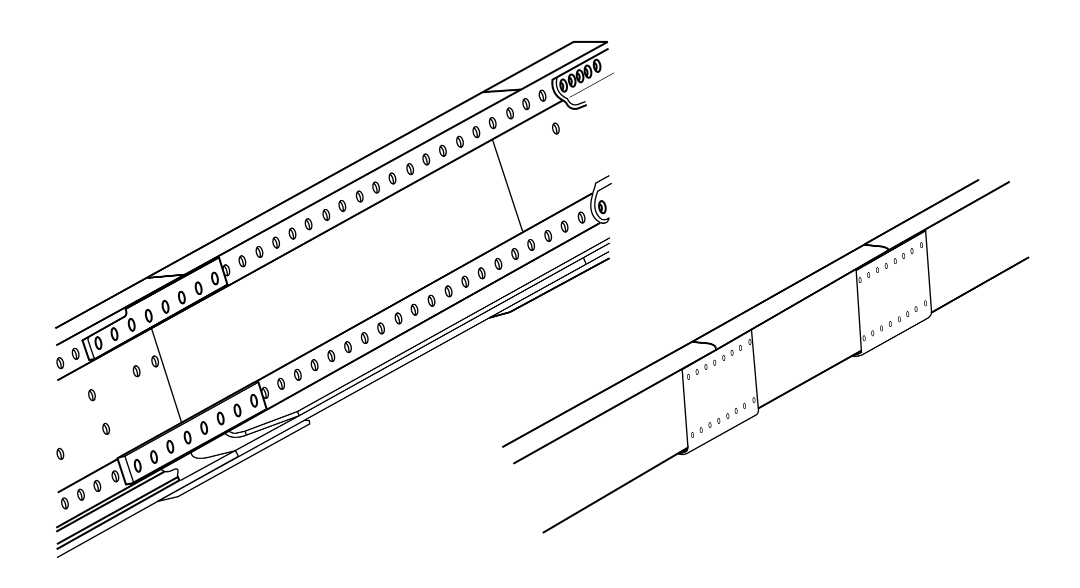
2. Bei anliegenden Teilen Schweißnaht eingeebnet. Schweißnaht
   nach Bewertungsgruppe BS, DIN 8563, Teil 3.

3. Gleichschenklige Profile verwenden.
   Breite wie Rahmeninnenbreite Toleranz -5.
   Walzprofile nicht zulässig.
   Dicke wie Rahmendicke, Toleranz -1. Werkstoff S355J3G3 (St52-3)

4. Radstandsverlängerung mittels eingesetztem Rahmenlängsträgerstück.
   Werkstoff nach Aufbaurichtlinien Rahmenprofiltabelle.
   Max. Rahmenlängsträgerabstand nach Aufbaurichtlinien beachten!

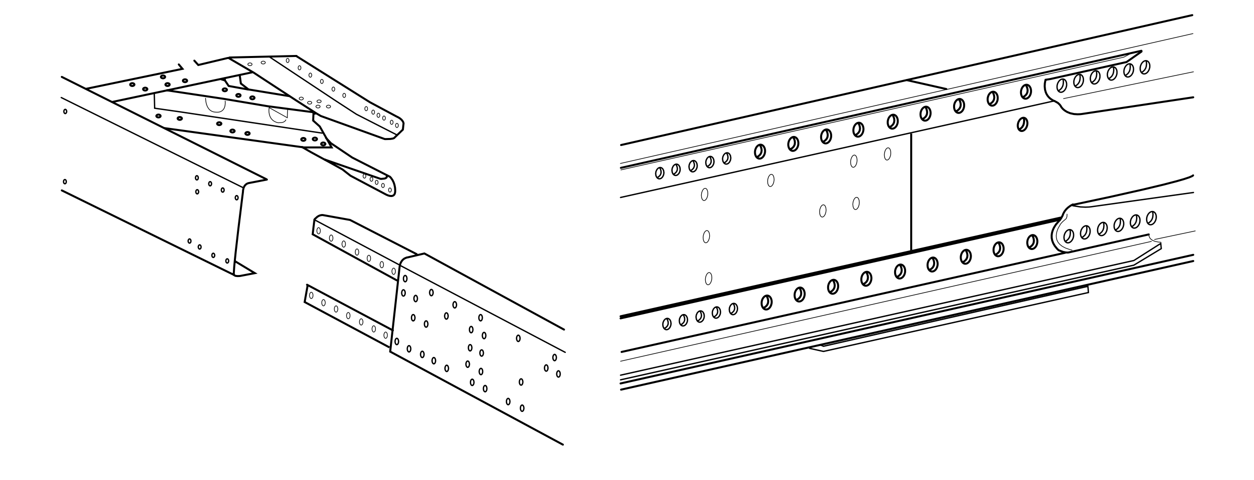
Bei einigen Fahrgestellen mit langem Radstand sind ab Werk Rahmeneinlagen zwischen Vorder- und Hinterachsen verbaut.
Rahmeneinlagen dürfen nicht gemeinsam mit den Rahmenlängsträgern verschweißt werden.
Dies kann z.B. durch Zwischenlegen von Trennfolien auf Kupfer-Basis verhindert werden, diese Folien sind nach dem Schweißvorgang zu entfernen. Einlagen nach einer Radstandsänderung können stumpf aneinander anschließen, sie sind entweder miteinander zu verschweißen oder mit einem überlappenden Blech zu verbinden (siehe Bild 25).

Bild 25: Einlagenüberdeckung außen und innen ESC-504



Die Trennstelle von Rahmen und Einlagennaht darf nicht an der Stelle einer Rahmenschweißnaht sein, ein Abstand der Nähte von 100 mm wird vorausgesetzt.
Dies ist dann gut möglich, wenn bereits beim Trennen des Rahmens die späteren Lagen der Nahtstellen von Rahmen und Einlagen berücksichtigt wird.

Bild 26: Einlagenüberstehend außen und innen ESC-505





4.5 Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten, Anbauteilen und Zubehör

Der Hersteller eines Aggregats, Anbau- oder Zubehörteil muss den Einbau mit MAN abstimmen, der nachträgliche Einbau bedingt meist Eingriffe in den CAN-Verbund der Steuergeräte (z.B. Erweiterung des elektronischen Bremssystems EBS).
Dies macht immer auch eine Erweiterung der Fahrzeugparametrierung erforderlich. Nachgerüstete Systeme werden unter Umständen nicht in die fahrzeugeigenen Trucknology®-Systeme „Zeitwartungssystem“ bzw. „Flexibles Wartungssystem“ aufgenommen.
Aus diesen Gründen kann bei nachgerüsteten Originalteilen nicht mit demselben Wartungskomfort, wie bei der Erstausstattung gerechnet werden. Eine nachträgliche Änderungen bzw. Erweiterung der Parametrierung kann nur mit Hilfe der zuständigen MAN-Servicestelle und der MAN-Freigabe der Programme erfolgen. Deshalb sind Einbauten schon bei Planung der Maßnahme mit Abteilung SMTSE-ESC abzustimmen (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
Dort wird geprüft, ob die geplante Maßnahme durchführbar ist, weshalb zu einem Freigabeverfahren vollständige und prüffähige Unterlagen gehören. MAN übernimmt keinesfalls die Konstruktionsverantwortung oder die Verantwortung über die Folgen für nicht genehmigte nachträgliche Einbauten.
Auflagen in diesen Richtlinien und in Genehmigungen sind einzuhalten. Freigaben, Gutachten und Unbedenklichkeitsbescheinigungen, die durch Dritte erstellt wurden (z.B. Prüfinstitute), bedeuten nicht die automatische Freigabe durch MAN.
MAN kann Freigaben versagen, obwohl durch Dritte die Unbedenklichkeit bescheinigt wurde. Wenn nicht anders vereinbart, bezieht sich eine Freigabe nur auf den Einbau selbst. Eine erfolgte Genehmigung bedeutet nicht, dass MAN das Gesamtsystem hinsichtlich Festigkeit, Fahrverhalten usw. überprüft hat und die Gewährleistung übernimmt. Die Verantwortung hierfür liegt bei der durchführenden Firma. Durch den nachträglichen Einbau von Aggregaten können sich die technischen Daten des Fahrzeugs ändern. Für die Ermittlung und Weitergabe dieser neuen Daten ist der jeweilige Hersteller bzw. Händler/ Importeur verantwortlich.

4.5.1 Zusätzliche oder größere Kraftstoffbehälter nach Werksauslieferung

Kraftstoff wird je nach Land – auch innerhalb der EU - unterschiedlich hoch besteuert.
Werden nach der Werksauslieferung des Herstellerwerks größere oder zusätzliche Kraftstoffbehälter montiert, unterliegt das zusätzliche Tankvolumen durch einen Grenzübertritt der Mineralölsteuer des Einfuhrgebiets.
Steuerfrei verbracht werden können nur Kraftstoffe in sogenannten „Hauptbehältern“ (und Kraftstoffe in Reservebehältern bis zur Gesamtmenge von 20 Litern). Hauptbehälter sind die Kraftstoffbehälter mit denen das Fahrzeug ab Werk ausgeliefert wurde, nicht jedoch Kraftstoffbehälter die nachträglich z.B. vom Aufbauhersteller oder von Werkstätten angebaut werden.



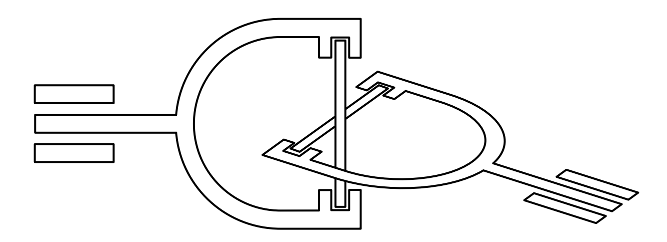
4.6 Gelenkwellen

Im Verkehrs- oder Arbeitsbereich von Personen angeordnete Gelenkwellen müssen verkleidet oder verdeckt sein.

4.6.1 Einfachgelenk

Wird ein einfaches Kardan-, Kreuz- oder Kugelgelenk in gebeugtem Zustand gleichförmig gedreht, so ergibt sich an der Abtriebsseite ein ungleichförmiger Bewegungsablauf (siehe Bild 27). Diese Ungleichförmigkeit wird vielfach als Kardanfehler bezeichnet.
Der Kardanfehler verursacht sinusähnliche Schwankungen der Drehzahl auf der Abtriebsseite.
Die Abtriebswelle eilt der Antriebswelle vor und nach. Entsprechend der Vor- und Nacheilung schwankt trotz konstantem Eingangsdrehmoment und Eingangsleistung das Ausgangsdrehmoment der Gelenkwelle.

Bild 27: Einfachgelenk ESC-074



Aufgrund dieser bei jeder Umdrehung zweimal vorhandenen Beschleunigung und Verzögerung kann diese Gelenkwellenbauart und -anordnung nicht für den Anbau an einen Nebenabtrieb zugelassen werden.
Das Einfachgelenk ist nur dann vorstellbar, wenn einwandfrei nachgewiesen wird, dass aufgrund von:

- Massenträgheitsmoment
- Drehzahl
- Beugewinkel

die Schwingungen und Belastungen von untergeordneter Bedeutung sind.

4.6.2 Gelenkwelle mit zwei Gelenken

Die Ungleichförmigkeit des einfachen Gelenks ist durch Verbinden von zwei einfachen Gelenken zu einer Gelenkwelle ausgleichbar.
Es gelten jedoch für einen vollkommenen Bewegungsausgleich folgende Bedingungen:

- gleiche Beugewinkel an beiden Gelenken, also $ß_1 = ß_2$
- die beiden inneren Gelenkgabeln müssen in einer Ebene liegen
- An- und Abtriebswelle müssen ebenfalls in einer Ebene liegen, siehe Bild 28 und Bild 29.

Alle drei Bedingungen müssen immer gleichzeitig erfüllt sein, damit ein Ausgleich des Kardanfehlers möglich ist.
Diese Bedingungen liegen bei den so genannten Z- und W-Anordnungen vor (siehe Bilder 28 und 29).
Die bei Z- oder W-Anordnung vorhandene gemeinsame Beugeebene darf um die Längsachse beliebig verdreht sein.

Eine Ausnahme bildet die räumliche Gelenkwellenanordnung, siehe Bild 30.

Bild 28: W-Anordnung der Gelenkwelle ESC-075

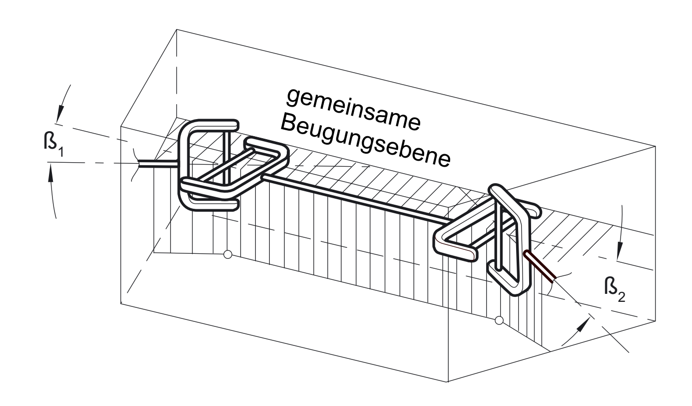
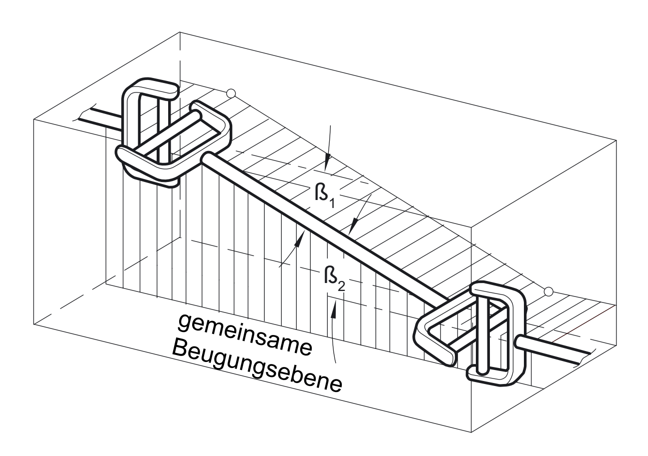


Bild 29: Z-Anordnung der Gelenkwelle ESC-076

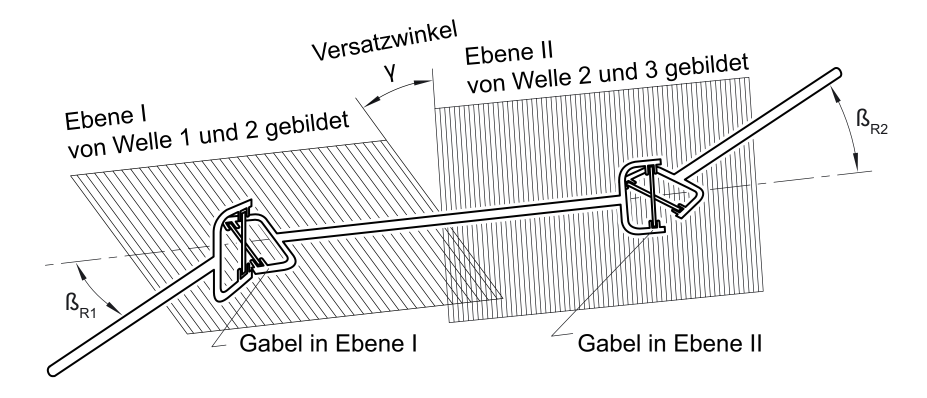




4.6.3 Räumliche Gelenkwellenanordnung

Eine räumliche Anordnung liegt immer dann vor, wenn An- und Abtriebswelle nicht in einer Ebene liegen. An- und Abtriebswelle kreuzen sich räumlich versetzt. Eine gemeinsame Ebene ist nicht vorhanden, deshalb ist zum Ausgleich der Drehzahlschwankungen ein Versatz der inneren Gelenkgabeln um den Winkel „γ“ erforderlich (siehe Bild 30).

Bild 30: Räumliche Gelenkwellenanordnung ESC-077



Es folgt weiterhin die Bedingung, dass der räumliche resultierende Winkel $ß_{R1}$ an der Eingangswelle genauso groß sein muss wie der räumliche Winkel $ß_{R2}$ an der Ausgangswelle.

Also:

$$ß_{R1} = ß_{R2}$$

Es bedeuten:

$ß_{R1}$ = räumlich resultierender Winkel der Welle 1
$ß_{R2}$ = räumlich resultierender Winkel der Welle 2.

Der räumlich resultierende Beugewinkel $ß_R$ ergibt sich aus der vertikalen und horizontalen Beugung der Gelenkwellen und errechnet sich zu:

Formel 10: Räumlich resultierender Beugewinkel

$$\tan^2 ß_R = \tan^2 ß_v + \tan^2 ß_h$$

Der nötige Versatzwinkel γ ergibt sich aus den Horizontal- und Vertikalbeugungswinkeln beider Gelenke:

Formel 11: Versatzwinkel γ

$$\tan γ_1 = \frac{\tan ß_{h1}}{\tan ß_{γ1}}; \quad \tan γ_2 \frac{\tan ß_{h2}}{\tan ß_{γ2}}; \quad γ = γ_1 + γ_2$$

Es bedeuten:

$ß_R$ = räumlich result. Beugewinkel
$ß_γ$ = vertikaler Beugewinkel
$ß_h$ = horizontaler Beugewinkel
γ = Versatzwinkel.



Anmerkung:

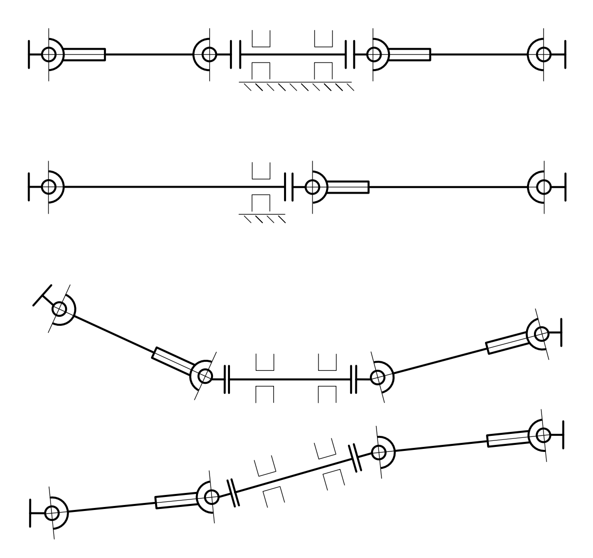
Da bei räumlicher Beugung der Gelenkwelle mit zwei Gelenken lediglich die Forderung nach gleichen räumlich resultierenden Beugewinkeln besteht, können theoretisch aus der Kombination der vertikalen und horizontalen Beugewinkel unendlich viele Anordnungsmöglichkeiten gebildet werden.

Wir empfehlen bei der Bestimmung des Versatzwinkels einer räumlichen Gelenkwellenanordnung die Hersteller zu Rate zu ziehen.

4.6.3.1 Gelenkwellenstrang

Sind aus konstruktiven Gründen größere Längen zu überbrücken, so können Gelenkwellenstränge aus zwei oder mehr Wellen verwendet werden. In Bild 31 sind Grundformen von Gelenkwellensträngen dargestellt, in denen die Stellung der Gelenke und Mitnehmer zueinander willkürlich angenommen wurde. Mitnehmer und Gelenke sind aus kinematischen Gründen aufeinander abzustimmen. Die Gelenkwellenhersteller sind bei der Auslegung anzusprechen.

Bild 31: Gelenkwellenstrang ESC-078



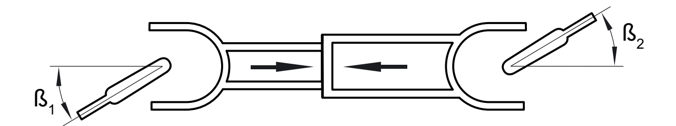
4.6.3.2 Kräfte im Gelenkwellensystem

Beugewinkel in Gelenkwellensystemen bringen zwangsläufig zusätzliche Kräfte und Momente mit sich. Unterliegt eine ausziehbare Gelenkwelle während einer Momentübertragung einer Längsverschiebung, so treten weitere zusätzliche Kräfte auf.

Durch Auseinandernehmen der Gelenkwelle, Verdrehen der beiden Gelenkwellenhälften und anschließendes Zusammenstecken wird die Ungleichförmigkeit nicht ausgeglichen, sondern eher verstärkt. Durch dieses „Probieren“ können Schäden an Gelenkwellen, Lager, Gelenk, Keilwellenprofil und Aggregaten entstehen. Daher sind unbedingt die Markierungen an der Gelenkwelle zu beachten.
Diese müssen nach der Montage gegenüberliegen (siehe Bild 32).



Bild 32: Markierung an der Gelenkwelle ESC-079



Vorhandene Wuchtbleche nicht entfernen und Gelenkwellenteile nicht vertauschen, da sonst wieder Unwucht entsteht.
Bei Verlust eines Wuchtbleches oder Austausch von Gelenkwellenteilen ist die Gelenkwelle auszuwuchten.
Trotz gewissenhafter Auslegung eines Gelenkwellensystems können Schwingungen auftreten, die zu Schäden führen können, wenn die Ursache nicht beseitigt wird. Durch geeignete Maßnahmen wie z.B. Einbau von Dämpfern, Verwendung von Gleichlaufgelenken oder auch Änderung des gesamten Gelenkwellensystems und der Massenverhältnisse ist unbedingt Abhilfe zu schaffen.

4.6.4 Änderung der Gelenkwellenanordnung im Triebstrang von MAN-Fahrgestellen

Änderungen am Gelenkwellensystem werden durch Aufbauhersteller in der Regel durchgeführt bei:

- nachträglichen Radstandsänderungen
- Anbau von Pumpen am Gelenkwellenflansch des Nebenabtriebs.

Dabei ist zu beachten, dass:

- der maximale Beugewinkel jeder Kardanwelle des Triebstrangs im beladenen Zustand in jeder Ebene höchstens 7° betragen darf.
- bei Verlängerung von Gelenkwellen eine Neuauslegung des gesamten Gelenkwellenstrangs durch einen Gelenkwellenhersteller erforderlich ist.
- vor Einbau jede Gelenkwelle auszuwuchten ist.

4.7 Änderung der Radformel

Unter Änderung der Radformel ist zu verstehen:

- Einbau zusätzlicher Achsen
- Ausbau von Achsen
- Federungsart ändern (z.B. von Blattfederung auf Luftfederung)
- nicht gelenkte Achsen lenkbar machen

Radformeländerungen sind verboten.
Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren Lieferanten vorgenommen.

4.7.1 Sicherheitsrelevante Baugruppen

Eingriffe und Änderungen an Teilen der:

- Achsführung (z.B. an Lenkern)
- Lenkung (z.B. an Lenkhebeln)
- Federung (z.B. Stabilisatoren)
- und des Bremssystems
- sowie deren Halterungen und Befestigungen sind nicht erlaubt.

Teile der Federung oder Federblätter dürfen nicht abgeändert oder entfernt werden. Blattfedern dürfen nur als komplettes Ersatzteil und paarweise (links und rechts) getauscht werden.

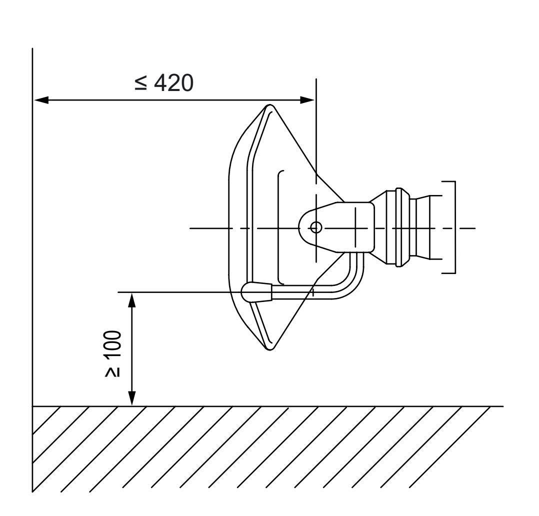


4.8 Verbindungseinrichtungen

4.8.1 Grundlagen

Soll der Lkw Lasten ziehen, muss die notwendige Ausrüstung vorhanden und zugelassen sein.
Die Erfüllung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Mindestmotorleistung und/ oder der Einbau der richtigen Anhängekupplung geben noch keine Gewähr dafür, dass der Lkw zum Ziehen von Lasten geeignet ist. Rückfragen bei MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) sind dann notwendig, wenn das serienmäßige oder ab Werk zugelassene Zuggesamtgewicht geändert werden soll.
Beim Rangieren darf keine Kollision mit dem Anhänger eintreten, daher genügend Deichsellänge wählen.
Die Vorschriften im Zusammenhang mit Verbindungseinrichtungen sind zu beachten (EU: 94/20/EG und national).
Die erforderlichen Freiraummaße sind zu berücksichtigen (in Deutschland nach DIN 74058 u. EG-Richtlinie 94/20/EG).
Grundsätzlich ist der Aufbauhersteller verpflichtet, den Aufbau so zu gestalten und aufzubauen, dass eine ungehinderte und ungefährdete Bedienung bzw. Überwachung des Kuppelvorganges möglich ist.
Die Freigängigkeit der Anhängerdeichsel muss gewährleistet sein. Bei seitlichem Anbau von Kupplungsköpfen und Steckdosen (z.B. am Schlussleuchtenhalter der Fahrerseite) ist vom Anhängerhersteller und vom Betreiber besonders auf ausreichende Leitungslängen für Kurvenfahrt zu achten.

Bild 33: Freiraum für Anhängekupplungen nach 94/20/EG ESC-006



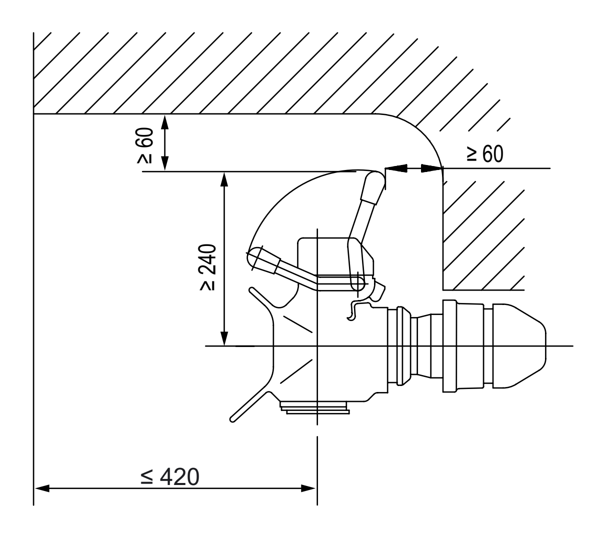
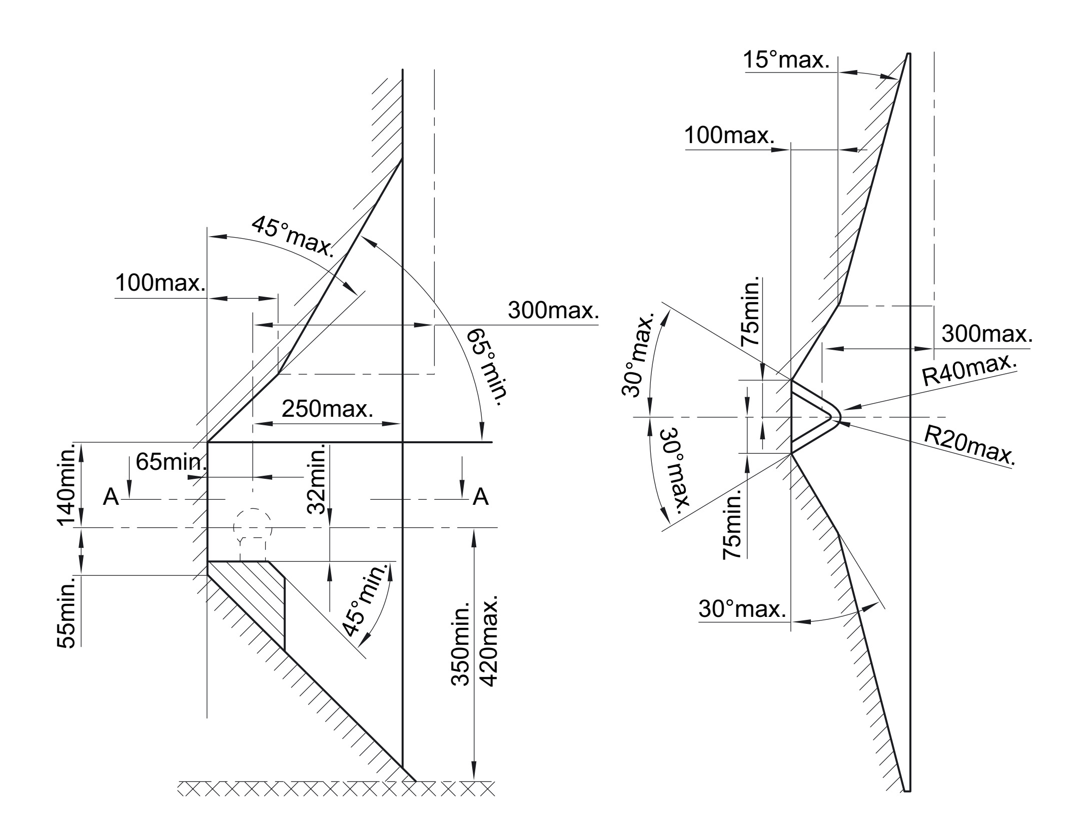


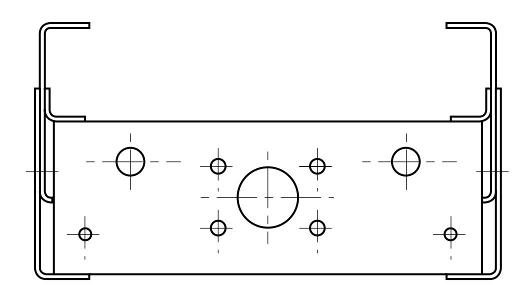


Bild 34: Freiraum für Anhängekupplungen nach DIN 74058 ESC-152



Für den Anbau von Anhängekupplungen sind MAN-Schlußquerträger einschließlich der zugehörigen Verstärkungsplatten zu verwenden. Schlußquerträger haben ein für die dazugehörige Anhängekupplung passendes Lochbild.
Dieses Lochbild darf zum Anbau einer anderen Anhängekupplung keinesfalls geändert werden.
Angaben der Kupplungshersteller in deren Einbaurichtlinien sind einzuhalten (z.B. Anzugsmomente und deren Prüfung).
Das Tiefersetzen der Anhängekupplung ohne gleichzeitiges Tiefersetzen des Schlußquerträgers ist nicht zulässig!
Beispiele des Tiefersetzens sind in Bild 35 und Bild 36 dargestellt.
Die Beispiele sind bewusst schematisch dargestellt, sie stellen keine Konstruktionsanweisung dar.
Die Konstruktionsverantwortung liegt beim jeweiligen Auf-/ Umbauer.

Bild 35: Tiefergesetzte Anhängekupplung ESC-515



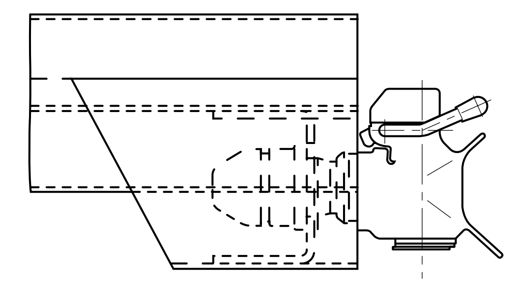
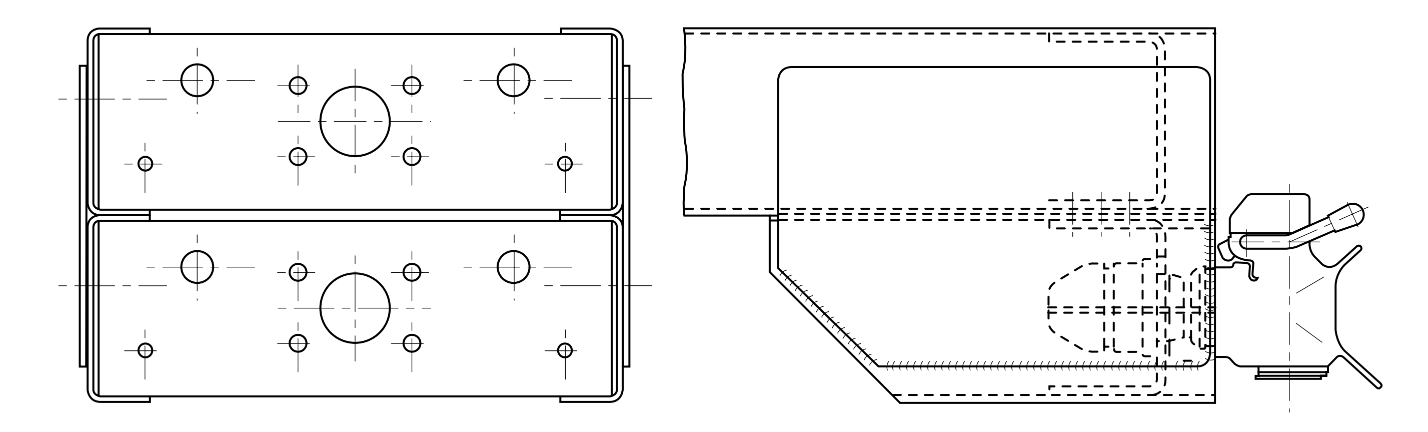


Bild 36: Unter den Rahmen gesetzte Anhängekupplung ESC-542



4.8.2 Anhängekupplung, D-Wert

Eine ausführliche Herleitung von D-Wert und - für Starrdeichselanhänger- D_c- und V-Wert ist im Heft ‚Verbindungseinrichtungen TG' und – mit Beispielen - im Kapitel 9 ‚Berechnungen' zu finden.

4.9 Sattelzugmaschinen und Änderung der Fahrzeugart LKW/ Sattelzugmaschine

4.9.1 Sattelkraftfahrzeuge

Sattelanhänger und Sattelzugmaschinen sind zu überprüfen, ob beide ein Sattelkraftfahrzeug aufgrund ihrer Maße und Gewichte bilden können.

Deshalb sind zu prüfen:

- Durchschwenkradien
- Aufsattelhöhe
- Sattellast
- Freigängigkeit aller Teile
- gesetzliche Auflagen.

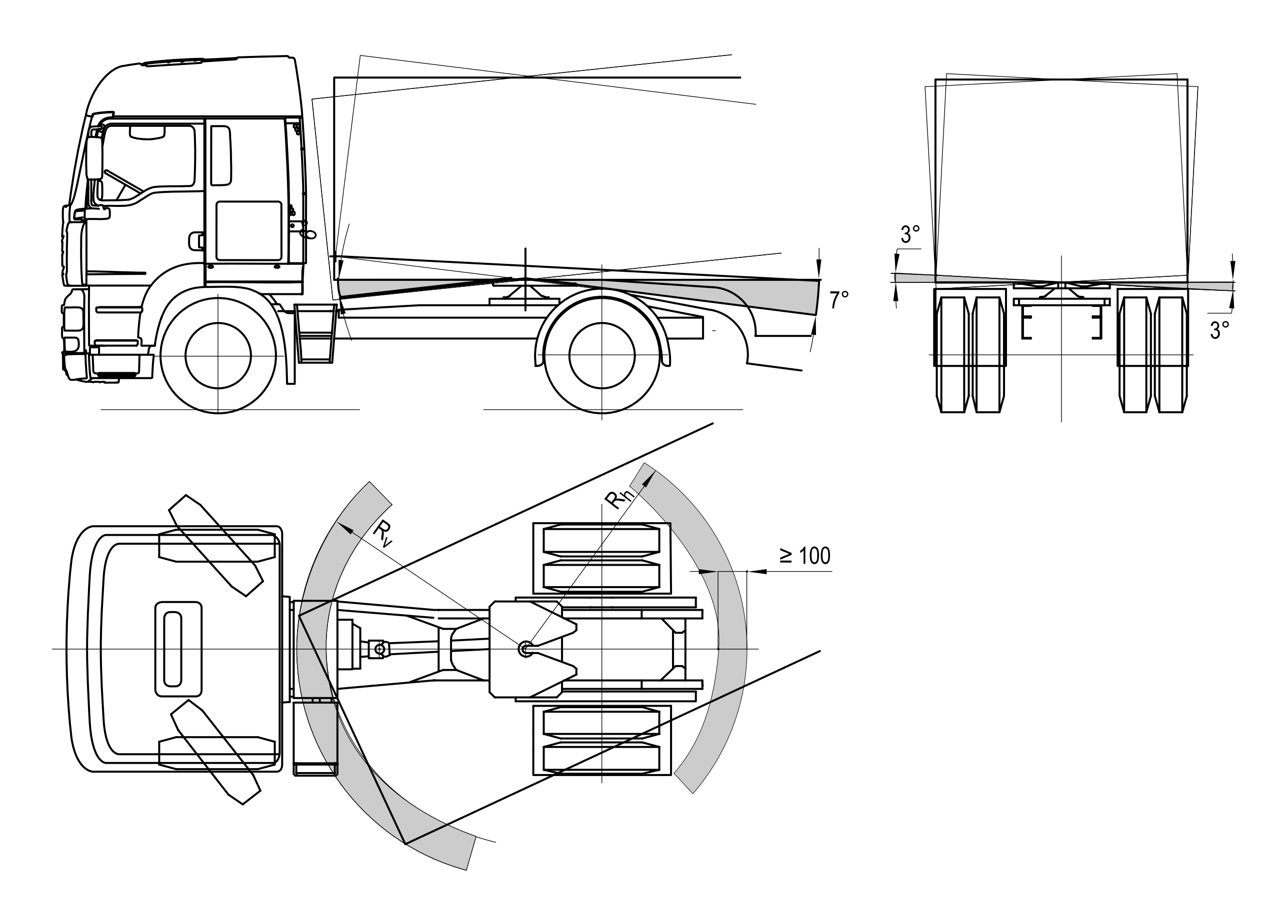
Um die maximale Sattellast zu erreichen, sind vor der Inbetriebnahme des Fahrzeugs folgende Maßnahmen erforderlich:

- Fahrzeug verwiegen
- Achslastberechnung erstellen
- optimales Sattelvormaß ermitteln
- vorderen Durchschwenkradius überprüfen
- hinteren Durchschwenkradius überprüfen
- vorderen Neigungswinkel überprüfen
- hinteren Neigungswinkel überprüfen
- Gesamtlänge des Sattelkraftfahrzeugs überprüfen
- Sattelkupplung entsprechend aufbauen.



Der erforderliche Neigungswinkel beträgt nach DIN-ISO 1726 vorne 6°, hinten 7°, und zur Seite 3°.
Unterschiedliche Reifengrößen, Federraten oder Aufsattelhöhen zwischen Zugmaschine und Sattelanhänger vermindern evtl. diese Winkel, so dass sie nicht mehr der Norm entsprechen.
Zu berücksichtigen sind außer der Neigung des Sattelanhängers nach hinten auch die Seitenneigung bei Kurvenfahrt, Einfederung (Achsführung, Bremszylinder, Radabdeckungen), Gleitschutzketten, Pendelbewegung des Achsaggregates bei Fahrzeugen mit Doppelachse und die Durchschwenkradien.
Die Sattelplattenebene am Sattelanhänger sollte bei zulässiger Sattellast parallel zur Fahrbahn verlaufen.
Die Höhe der Sattelkupplung und/ oder Montageplatte muss dementsprechend ausgelegt werden.

Bild 37: Maße an Sattelzugmaschinen ESC-002



Das in den Verkaufsunterlagen oder Fahrgestellzeichnungen angegebene Sattelvormaß gilt nur für das Standardfahrzeug.
Ausrüstungsteile, die das Fahrzeugleergewicht oder die Fahrzeugmaße beeinflussen, erfordern u.U. eine Änderung des Sattelvormaßes. Dadurch können sich auch die Sattellast und die Gesamtzuglänge ändern.
Es dürfen nur typgeprüfte Sattelkupplungen und Montageplatten entsprechend EG-Richtlinie 94/20/EG verwendet werden.
Die Montage einer Sattelkupplung ohne Hilfsrahmen ist nicht zulässig. Unter Umständen ist die sog. Direktmontage einer Sattelkupplung möglich. Dabei wird eine Sattelkupplung mit speziellen Lagerböcken gemeinsam mit einer Verstärkungsplatte (nicht typprüfpflichtig) auf den Hilfsrahmen montiert und die Montageplatte entfällt.

Die Hilfsrahmendimensionierung und Werkstoffqualität ($\sigma_{0,2}$ > 350 N/mm^2) muss einem vergleichbaren Serienfahrzeug entsprechen.
Die Sattelplatte darf nicht auf den Rahmenlängsträgern, sondern ausschließlich auf dem Sattelhilfsrahmen aufliegen.
Zur Befestigung der Montageplatte sind nur von MAN oder vom Sattelplattenhersteller freigegebene Schrauben zu verwenden.



Bei der Montage von Sattelkupplung und Montageplatte sind die Anleitungen/ Richtlinien der Sattelkupplungshersteller zu beachten. Anschlussleitungen für Luftversorgung, Bremse, Elektrik und ABS dürfen nicht am Aufbau scheuern oder sich bei Kurvenfahrt verfangen. Deshalb ist die Freigängigkeit aller Leitungen bei Kurvenfahrt mit dem Sattelanhänger vom Aufbauer zu prüfen. Beim Fahrbetrieb ohne Sattelanhänger müssen alle Leitungen in Leerkupplungen bzw. Steckern sicher befestigt werden. Ferner sind diese Anschlüsse so zu montieren, dass sicher an- und abgekuppelt werden kann. Ist das Anschließen von Luft- und Elektroanschlüssen von der Fahrbahn aus nicht möglich, muss eine geeignete Arbeitsfläche von mindestens 400 mm x 500 mm, sowie ein Aufstieg zu dieser Arbeitsfläche vorgesehen werden.

Es gibt Zugsattelzapfen (auch Königszapfen oder Kingpin genannt) unterschiedlicher Größen:

- Zugsattelzapfen der Größe 50 mit 2“ Durchmesser
- Zugsattelzapfen der Größe 90 mit 3,5“ Durchmesser

Welcher zur Anwendung kommt, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Entscheidend ist, ähnlich wie bei Anhängekupplungen, der D-Wert. Für das gesamte Sattelkraftfahrzeug gilt der jeweils kleinere D-Wert von Königszapfen, Sattelkupplung und Montageplatte. Der D-Wert ist jeweils auf den Typschildern vermerkt.

Zur Ermittlung des D-Wertes gelten beim Sattelkraftfahrzeug folgende Formeln:

Formel 12: D-Wert Sattel-Verbindungseinrichtung

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchtem zulässigen Gesamtgewicht des Sattelanhängers gilt:

Formel 13: Zulässiges Gesamtgewicht Sattelanhänger

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Sattelanhängers und der D-Wert der Verbindungseinrichtung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

Formel 14: Zulässiges Gesamtgewicht Zugmaschine

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

Formel 15: Sattellast

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Es bedeuten:

D	=	D-Wert in [kN]
R	=	zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers in [t] einschließlich der Sattellast
T	=	zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine in [t] einschließlich der Sattellast
U	=	Sattellast in [t]

Berechnungsbeispiele sind im Kapitel ‚Berechnungen‘ zu finden.

4.9.2 Umbau Lkw in Sattelzugmaschine oder Sattelzugmaschine in Lkw

Den Umbau einer Sattelzugmaschine in einen LKW keinesfalls bei Fahrzeugen mit ESP (= Electronic Stability Program) vornehmen!
Für den Umbau Sattelzugmaschine in Lkw oder umgekehrt ist eine Änderung der Fahrzeugparametrierung der EBS Bremse erforderlich. Damit verbunden ist je nach Ausgangsfahrzeug auch der Einbau anderer Hinterfedern oder bei Luftfederung der Einbau einer anderen Niveauregulierung. Deshalb ist für den Umbau eines Lkw in eine Sattelzugmaschine und umgekehrt sowie für den wahlweisen Betrieb als Sattelzugmaschine und Lkw immer eine MAN-Genehmigung erforderlich.
Auskunft erteilt Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).

Die Parametrierung ist mittels Diagnosesystem MAN-cats® mit einer MAN-Servicestelle abzuklären.
Müssen elektrische Leitungen geändert werden, sind passende MAN-Kabelstränge einzubauen, diese sind über den Ersatzteildienst erhältlich.

4.10 Fahrerhausänderungen

4.10.1 Allgemeines

Eingriffe in die Fahrerhausstruktur (z.B. Ein-/ Ausschnitte, Änderungen der Tragstruktur einschließlich der Sitze und Sitzbefestigungen, Fahrerhausverlängerung) sowie Änderungen der Fahrerhauslagerung und -kippeinrichtung sind verboten. Diese Umbauten werden ausschließlich von MAN Truck & Bus AG und ihren Lieferanten vorgenommen.

4.10.2 Spoiler, Dachaufbauten, Dachlaufsteg

Der nachträgliche Aufbau eines Dachspoilers oder eines Aero-Paketes ist möglich. Original-MAN-Spoiler und Aero-Pakete können auch über den Ersatzteildienst zum nachträglichen Aufbau bezogen werden, deren Zeichnungen sind im Bereich Fahrerhaus von MANTED® abrufbar. Beim nachträglichen Anbau auf dem Fahrerhausdach dürfen ausschließlich die hierfür vorgesehenen Befestigungspunkte verwendet werden.

Bild 38: Befestigungen auf Fahrerhausdächern ESC-506

XLX-FHS (L/R47)
M 1:10

Pos 3
Pos 4
Pos 16
Pos 17
Pos 18
Pos 19
Bezugspunkt
(Antennenbohrung)
Pos 7
Pos 8
Pos 14
Pos 15
Pos 9
Pos 10
Pos 13
Pos 12
Pos 11

XXL-FHS (L/R41)
M 1:10

Pos 3
Pos 4
Pos 16
Pos 17
Pos 18
Pos 19
Bezugspunkt
(Antennenbohrung)
Pos 7
Pos 8
Pos 9
Pos 10
Pos 14
Pos 15
Pos 13
Pos 12
Pos 11

LX-FHS (L/R37)
M 1:10

Pos 3
Pos 4
Pos 16
Pos 17
Pos 18
Pos 19
Bezugspunkt
(Antennenbohrung)
Pos 7
Pos 8
Pos 14
Pos 15
Pos 9
Pos 10
Pos 13
Pos 12
Pos 11

FH-Ansicht
L/R 15
(bildliche Darstellung)

POS 2
POS 1

XL;L und M-FHS (L/R40;32;15)
M 1:10

Pos.26
Bezugspunkt
(Antennenbohrung)
Pos.21
Pos.20
Pos.23
Pos.22
Pos.25
Pos.24

TGL-FHS (L/R 10-12)
M 1:10

Pos 26
Bezugspunkt
(Antennenbohrung)
Pos 21
Pos 20
Pos 24
Pos 25



Tabelle 14: Befestigungspunkte auf Fahrerhausdächern

Standard-befestigung	Position	Schraube M8	Zusatz-Bohrungen Kunststoffhochdach	Position	Schraube St 6,3
		Anzugsmoment 20 Nm			Anzugsmoment 10 Nm
Dachspoiler Hochdach Stahldach	3/3a 4/4a 24/24 25/25 26/26a	M8	Sonnenblende	7/7a 8/8a 9/9a 10/10a	Ø 5,5
			Drucklufthorn	14/14a 15/15a 16/16a 17/17a 18/18a 19/19a	Ø 5,5
Sonnenblende	20/20a 21/21a 22/22a 23/23a	M8			
			Rundumleuchte	11/11a 12/12a 13/13a	Ø 5,5

- Bohrungsbezeichnung „a“ symmetrisch zu y = 0
- maximale Belastung je Schraube: 5 kg
- maximale Dachlast: 30 kg
  Verschraubung über 3 versetzte Punkte (nicht auf einer Linie)
- Schwerpunkt der Dachaufbauten max. 200 mm über Anschraubebene
- Zusatzbohrungen im Kunststoffhochdach (einlaminierte Bleche):
  - Bohrungsachse normal zur Fläche
  - Lage der Bohrung ±2 gemessen zur Fläche
  - Bohrungstiefe 10+2
  - Schraube St6.3
  - Anzugsdrehmoment 10 Nm

Informationen zum Anbau eines Dachlaufstegs:

Tabelle 15: Zusatzbefestigungen Laufsteg

Zusatzbefestigungen Rückwand (alle Fahrerhäuser)		
Laufsteg auf Rückwand	1/1a 2/2a	Ø11,2

- eine Abstützung des Laufstegs an der Rückwand ist erforderlich
- alle 4 Befestigungspositionen 1/1a, 2/2a müssen verwendet werden
- ein Laufsteg darf keinesfalls vor der Hinterkante der Dachklappe montiert werden
- maximale Eigenmasse des Laufstegs 30 kg
- maximale Belastung des Laufstegs 100 kg.

4.10.3 Dachkabinen

Unter folgenden Voraussetzungen ist der Aufbau von Dachkabinen (Topsleeper) möglich:

- Bei MAN ist eine Aufbaugenehmigung einzuholen. Dies ist Sache des Herstellers der Dachkabine und nicht der aufbauenden Werkstatt; siehe 4.5. ‚Nachträglicher Einbau von Zusatzaggregaten in dieser Aufbaurichtlinie'.
- Für die Erfüllung der Vorschriften (insbesondere Sicherheitsvorschriften, z.B. berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Verordnungen und Gesetze GGVS/ADR) ist der Hersteller der Dachkabine zuständig.
- Das Zurückkippen des Fahrerhauses ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (z.B. Aufstellsicherung).
- Weicht die Bedienung des Kippvorganges vom Serien-MAN-Fahrerhaus ab, so ist eine leicht verständliche und umfassende Betriebsanleitung zu erstellen.
- Für das aufgebaute Fahrerhaus sind die Maßangaben für den resultierenden Fahrerhaus-Schwerpunkt einzuhalten und nachzuweisen (siehe Bild 39).
- Der Aufbau einer Dachkabine ist nur bei luftgefederter Fahrerhauslagerung zulässig.
- Die in Tabelle 16 genannten Maximalgewichte sind einzuhalten.

Die auf dem MAN-Originaldach vorhandenen Antennen sind fachgerecht zu versetzen. Damit soll auch nach dem Umbau eine ausreichende Qualität des Empfanges und der Aussendung elektromagnetischer Wellen, unter Einhaltung der EMV-Vorschriften, gewährleistet werden. Eine Verlängerung der Antennenkabel (Stückelung) ist nicht zulässig.

Bild 39: Fahrerhausschwerpunkt mit Dachschlafkabine ESC-110

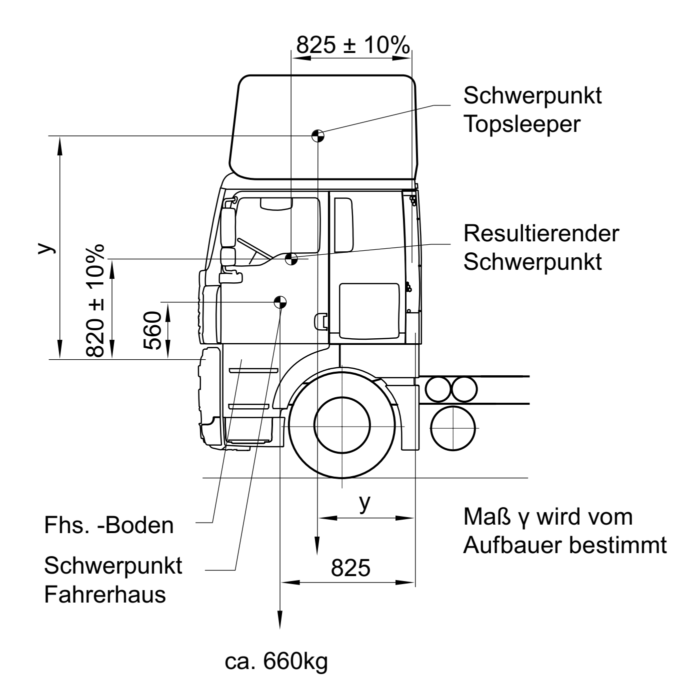




Tabelle 16: Dachkabine, Maximalgewichte der Auf-/ Einbauten

Fahrerhausbezeichnung	Technischer Code		Voraussetzung	max. Masse Dachkabine mit Ausstattung
	Linkslenker	Rechtslenker		
M	F99 **L15** S	F99 **R15** S	Fahrerhauslagerung luftgefedert	130 kg
L	F99 **L32** S	F99 **R32** S		180 kg
XL	F99 **L40** S	F99 **R40** S		200 kg
LX	F99 **L37** S	F99 **R37** S	Fahrerhäuser mit Hochdach ab Werk kein Umbau zulässig	
XLX	F99 **L47** S	F99 **R47** S		
XXL	F99 **L41** S	F99 **R41** S		

4.11 Rahmenanbauteile

4.11.1 Hinterer Unterfahrschutz

TGA-Fahrgestelle werden ab Werk mit einem hinteren MAN-Unterfahrschutz in verschiedenen Varianten geliefert.
Die jeweilige Variante wird von MAN in Abhängigkeit der Parameter: Radformel, Bauhöhe, Federungsart und Radstand bei Kombination mit Werksaufbau (Wechselbrückentraggestell) gesteuert (siehe Tabelle 17). Unterfahrschutzeinrichtungen von MAN haben eine Genehmigung gemäß Richtlinie 70/221/EWG, zuletzt geändert mit 2006/20/EG.

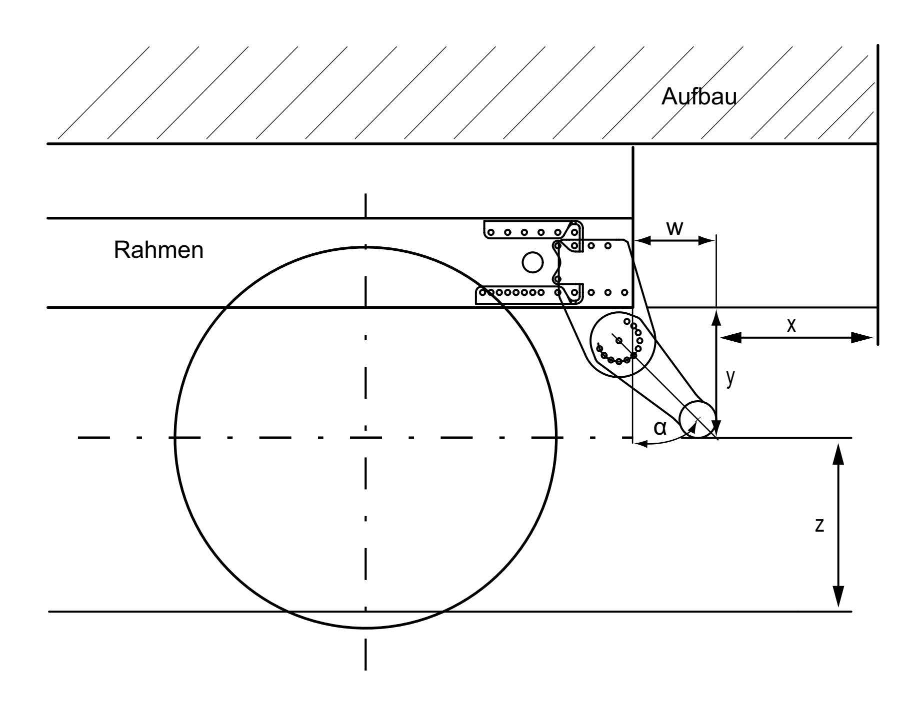
Tabelle 17: Unterfahrschutz Varianten (Erklärung der Werte siehe Bild 40)

Unterfahrschutz Einbau MAN	Version	w	x	Y	Z	α
81.41660-8176	$C2_{WB}$	191 mm	max. 348 mm	340 mm	max. 550 mm	56,3°
81.41660-8177	C1	199 mm	max. 332 mm	432 mm	max. 550 mm	33,8°
81.41660-8178	C2	291 mm	max. 348 mm	340 mm	max. 550 mm	56,3°
81.41660-8180	B1	249 mm	max. 318 mm	507 mm	max. 550 mm	33,8°
81.41660-8181	B2	366 mm	max. 339 mm	391 mm	max. 550 mm	56,3°
81.41660-8183	A1	277 mm	max. 305 mm	549 mm	max. 550 mm	33,8°
81.41660-8184	A2	408 mm	max. 330 mm	418 mm	max. 550 mm	56,3°

Der Aufbauhersteller muss die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften kontrollieren und sicherstellen, da die Maße aufbauabhängig sind und erst am Komplettfahrzeug einschließlich Aufbau festgestellt werden können.



Bild 40: Maßvorgaben Unterfahrschutz ESC-522



Folgende Maße sind zu beachten:

w	=	Horizontaler Abstand, Rahmenende bis Unterfahrschutz Hinterkante.
y	=	Vertikaler Abstand, Unterkante Rahmen bis Unterkante Unterfahrschutz.
x	=	Maximal zulässiger horizontaler Abstand zwischen der Unterfahrschutz Hinterkante und der Hinterkante Aufbau.
z	=	Vertikaler Abstand der Unterfahrschutz Unterkante zur Fahrbahn bei unbeladenem Fahrzeug, maximal zulässig gem. Richtlinie 70/221/EWG sind 550 mm.
α	=	Das Winkelmaß α ergibt sich aus den Anforderungen für die Maße w und y.

Je nach Fahrgestellvariante gibt es alternativ ab Werk MAN einen klappbaren Unterfahrschutz von Ringfeder-VBG für Fahrzeuge mit MAN-Tiefkuppelsystem oder einen klappbaren Unterfahrschutz von Meiller für Baufahrzeuge.
Grundsätzlich dürfen Unterfahrschutz-Einrichtungen niemals modifiziert werden (z.B. Schweißen, das Rohr oder den Winkel α verändern), da sonst die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt. Dies gilt auch bei Fahrzeugen mit Werksaufbau!
Bei der nachträglichen oder erneuten Montage z.B. nach Rahmenkürzung muss der Auf-/ Umbauer den hinteren Unterfahrschutz vorschriftsmäßig montieren.

Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- für die Verschraubung zwischen Halter und Rahmen sind zwingend MAN- Verbus-Ripp Schrauben mit Schaft zu verwenden (MAN 06.02813-4915, M14x1,5 10.9), Anzugsdrehmoment 200 Nm auf Seite der Mutter (siehe Bild 41).
- An der unteren Verschraubung des Unterfahrschutzhalters müssen die Schrauben mit einem Anzugsdrehmoment von 330 Nm angezogen werden. (Siehe Bild 42)
- Der Winkel α des Unterfahrschutzes darf nachträglich nicht verändert werden sonst erlischt die Zulassung.
- Müssen z.B. zur Montage eines Heckladekrans Distanzscheiben an der unteren Verschraubung eingebracht werden so erlischt die Zulassung/ Betriebserlaubnis. Jegliche Änderungen sind von einem hierfür ermächtigten Sachverständigen (z.B. amtlich anerkannter Sachverständiger in Deutschland) zu genehmigen.



Bild 41: Verschraubung Unterfahrschutz ESC-523

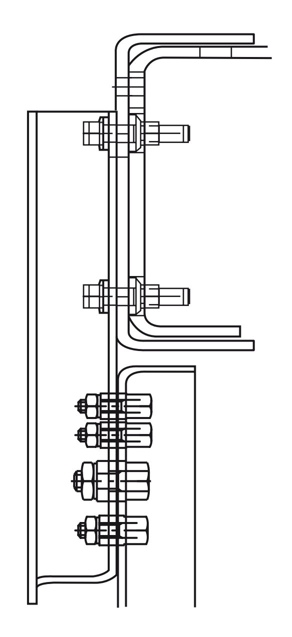
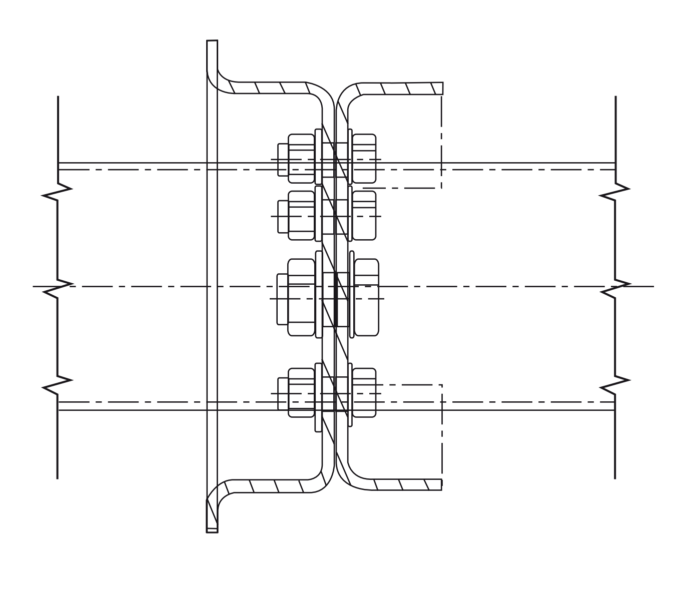


Bild 42: Untere Verschraubung, Halter-Unterfahrschutz ESC-524



4.11.2 Frontunterfahrschutz FUP (FUP= front underride protection)

Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t müssen mit einem vorderen Unterfahrschutz ausgerüstet sein, der den Bestimmungen Richtlinie 2000/40/EG entspricht. Dies gilt nicht für:

- Geländefahrzeuge
- Fahrzeuge, deren Verwendungszweck mit den Bestimmungen für den vorderen Unterfahrschutz nicht vereinbar ist.

TGA Fahrzeuge die nicht die Kriterien eines Geländefahrzeugs erfüllen, sind mit einem vorderen Unterfahrschutz entsprechend der Bestimmungen nach Richtlinie 2000/40/EG ausgerüstet. Diese Unterfahrschutzeinrichtung nicht modifizieren (z.B. Schweißnähte, Bohrungen, Halter verändern) die Zulassung/ Betriebserlaubnis erlischt! TGA Allradfahrzeuge (Radformel 4x4, 6x6, 6x6-4, 8x6 und 8x8) und TGA Fahrzeuge mit Erfüllung der sog. „Off Road Kriterien“ sind als Geländefahrzeug zulassungsfähig und erhalten deshalb keinen Frontunterfahrschutz ab Werk.

Deshalb nicht die Kriterien die zur Zulassung als Geländefahrzeug führen verletzen, dies sind:

- mindestens 50% der Räder sind angetrieben
- Differentialsperre oder ASR
- Steigfähigkeit des Einzelfahrzeugs ≥ 25%
- plus mindestens 4 der folgenden Anforderungen:
  - vorderer Überhangswinkel ≥ 25°
  - hinterer Überhangswinkel ≥ 25°
  - Rampenwinkel ≥ 25°
  - Bodenfreiheit unter den Vorderachsen mindestens 250 mm
  - Bodenfreiheit unter den Hinterachsen mindestens 250 mm
  - Bodenfreiheit zwischen den Achsen mindestens 300 mm



Ist es nicht möglich, Aufbauten bzw. Anbauten (z.B. Abstützungen, Werkzeugkästen) so zu platzieren, dass die o.a. Kriterien nicht verletzt werden, dann ist das Fahrzeug mit einem über die MAN-Ersatzteilorganisation erhältlichen Frontunterfahrschutz zum nachträglichen Anbau auszurüsten.
Dies geschieht in Verantwortung des Aufbauherstellers. MAN trägt keine Kosten im Zusammenhang mit der Nachrüstung eines Frontunterfahrschutzes an Fahrzeugen, die als Geländefahrzeug ausgeliefert wurden.

4.11.3 Seitliche Schutzvorrichtung

Lkw, Zugmaschinen und deren Anhänger mit einem zulässigen Gesamtgewicht > 3,5 t müssen eine seitliche Schutzeinrichtung (=SSV) aufweisen.

Für den Lkw-Bereich ausgenommen sind:

- Fahrzeuge, die noch nicht komplett hergestellt sind (Fahrgestelle zur Überführung)
- Sattelzugmaschinen (nicht Sattelanhänger)
- Fahrzeuge, die für Sonderzwecke gebaut wurden, wobei eine seitliche Schutzvorrichtung mit dem Verwendungszweck des Fahrzeugs unvereinbar ist.

Als Fahrzeuge für Sonderzwecke gelten in diesem Zusammenhang vor allem Fahrzeuge mit seitlich kippbarem Aufbau. Dies gilt nur dann, wenn sie zu den Seiten kippen und eine lichte Innenlänge des Aufbaus von < 7.500 mm haben. Weder Fahrzeuge für den kombinierten Verkehr noch geländegängige Fahrzeuge sind grundsätzlich von der Ausrüstungspflicht mit SSV befreit. Für Fahrgestelle besteht die Liefermöglichkeit einer SSV ab Werk. Aufbauhersteller, die seitliche Schutzvorrichtungen nachträglich anbauen, können über den Ersatzteildienst MAN Profile, Profilstützen und Montageteile in verschiedenen Ausführungen erhalten.

Muss der Aufbauhersteller die Profilabstützung bei der seitlichen Schutzvorrichtung von MAN verändern, dann gilt die im folgenden Diagramm nach Bild 44 gebildete Beziehung aus Stützweite „l“ und Überkragweite „a“. Werden die nach Gutachten zulässigen Maße überschritten, so hat der Aufbauer für eine Festigkeitsprüfung zu sorgen.
Die Bilder verdeutlichen lediglich die Maße, bei denen die MAN-SSV die Festigkeitsvorschriften erfüllt.

Bild 43: Seitliche Schutzvorrichtung bei TGA ESC-260

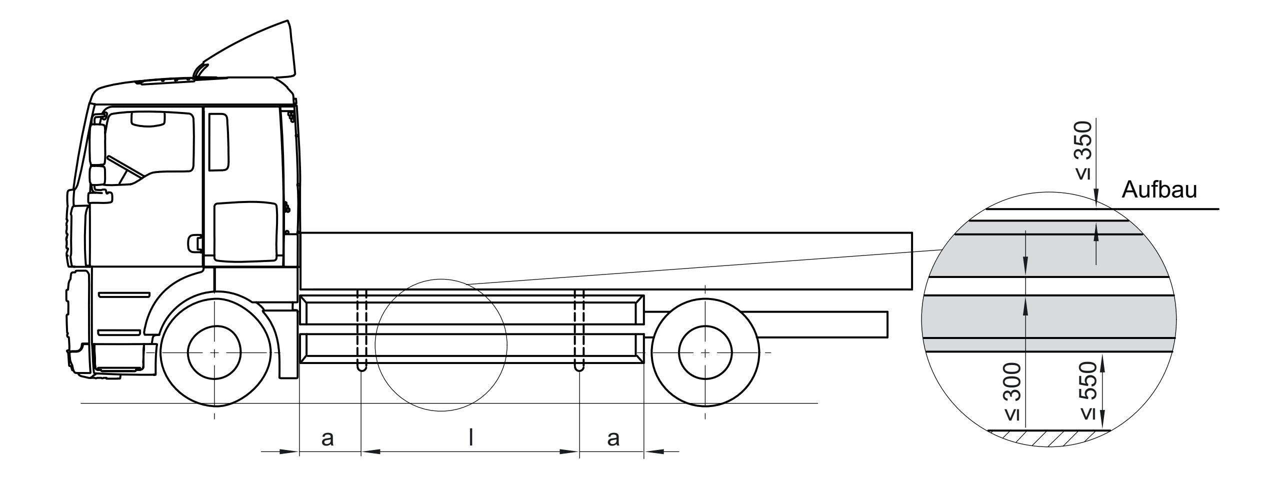




Bild 44: Diagramm zur Ermittlung der Stütz- und Überkragweiten ESC-220

Ausführung mit zwei seitlichen Schutzvorrichtungen

Ausführung mit einer seitlichen Schutzvorrichtung

L2 [mm]

0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500

L3 [mm]

800 750 700 650 600 550 500 450 400 350 300

Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Betrieb verantwortlich, der die SSV montiert.
An der seitlichen Schutzvorrichtung dürfen keine Brems-, Luft- und Hydraulikleitungen befestigt werden.
Es dürfen keine scharfen Kanten oder Grate entstehen, der Abrundungsradius für alle vom Aufbauer zugeschnittenen Teile muss mindestens 2,5 mm betragen. Bei abgerundeten Bolzen und Nieten ist maximal 10 mm Überstand erlaubt. Wird ein Fahrzeug umbereift oder erhält es andere Federn, sind die Höhenmaße der Schutzvorrichtung zu überprüfen und, falls erforderlich, zu korrigieren.

4.12 Änderungen am Motorumfeld

4.12.1 Änderung an der Luftansaugung und an der Abgasführung, Motoren bis einschließlich EURO 4 mit On-Board-Diagnose

Generell sind Änderungen an der Ansaug- oder Abgasanlage zu vermeiden. Es stehen mehrere serienmäßig lieferbare Varianten für TGA zur Verfügung, die auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen. Die möglichen Varianten nach Typ des Fahrgestells und Motor sind in www.manted.de zu finden. Auskunft über die Liefermöglichkeiten für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung. Lässt sich eine Veränderung dennoch nicht vermeiden, gelten folgende Vorgaben:

- Das Ansaugen der Luft und die Ableitung der Abgase muss ungehindert erfolgen können.
- Der Unterdruck in der Ansaugleitung sowie der Gegendruck in der Abgasanlage dürfen sich nicht verändern.
- Bei Änderungen an der Abgas- bzw. Ansauganlage ist zu gewährleisten, dass weiterhin alle geräusch- und emissionsrelevanten gesetzlichen Vorschriften erfüllt werden.
- Auch sind alle Vorschriften zu erfüllen, die von der Berufsgenossenschaft oder äquivalenten Einrichtungen der betroffenen Bauteile gefordert werden (z.B. Oberflächentemperatur im Griffbereich).
- MAN kann bei veränderten Ansaug- bzw. Abgasanlagen die Einhaltung dieser und anderer Vorschriften nicht gewährleisten. Die Verantwortung hierfür obliegt dem durchführenden Unternehmen, auch für Vorschriften in Bezug auf On Board Diagnose (OBD)



- Bei Änderungen an der Abgasanlage und der Abgasführung ist dafür Sorge zu tragen, dass der Abgasstrom keine Fahrzeugbauteile anbläst, und die Ausblasrichtung weg vom Fahrzeug zeigt (Vorschrift des entsprechenden Landes beachten, z.B. in Deutschland StVZO).

Zusätzlich gilt bei Änderungen an der Abgasanlage

- Bei Versetzen des Abgasschalldämpfers ist darauf zu achten, dass dessen originale MAN-Abstützung weiter verwendet wird.
- Änderungen des originalen MAN Kabelstrangs zum NO_X- Sensor sind nicht zulässig.
- Falls andere Kabelstranglängen benötigt werden, sind Original MAN-Kabelstränge über den MAN-Ersatzteildienst zu beschaffen.
- CAN- Leitungen dürfen aus EMV-Gründen nicht entdrillt werden.
- Umbaumaßnahmen oder Veränderungen an der Abgasführung vom Abgaskrümmer bis zum Metallschlauch (siehe Bild 54) sind nicht zulässig.
- kein Ausblasen von Ladegut (z.B. Bitumen) mit Motorabgasen – Gefahr von Schäden an Abgasanlage und Motor!
- Querschnitte der Verrohrung in Form und/ oder Fläche keinesfalls verändern. Die Rohrmaterialien müssen beibehalten werden.
- Schalldämpfer nicht modifizieren (auch nicht am Gehäuse), die Betriebserlaubnis erlischt.
- Das Aufhängungs- bzw. Abstützungskonzept sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten sind beizubehalten
- Bei Biegungen muss der Biegeradius mindestens dem doppelten Rohrdurchmesser entsprechen. Faltenbildung ist nicht zulässig.
- Es sind nur stetige Biegungen zulässig, also keine Gehrungsschnitte
- MAN kann keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten machen, es ist eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- MAN kann ebenfalls keine Aussage über die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Abgasgrenzwerte machen, es ist eventuell ein Abgasgutachten erforderlich. Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- Die Funktion der OBD-relevanten Bauteile darf nicht beeinträchtigt werden. Bei Manipulation an OBD-relevanten Bauteilen erlischt die Betriebserlaubnis!
- Der Anschluss der Drucksensor-Leitung am Schalldämpfer muss immer nach oben zeigen, die darauf folgende Stahlleitung muss stetig steigend bis zum Sensor verlegt werden und eine Mindestlänge von 300 mm sowie eine Maximallänge von 400 mm (inkl. flexibler Leitung) haben. Die Messleitung ist in M01-942-X6CrNiTi1810-K3-8x1 D4-T3 auszuführen.
  Die Einbaulage des Drucksensors muss generell beibehalten bleiben (Anschluss unten).
- Wärmeempfindliche Teile (z.B. Leitungen, Reserveräder) müssen einen Mindestabstand von > 200 mm zu heißen Bauteilen der Abgasanlage haben, bei der Anbringung von Wärmeabschirmblechen an diesen Bauteilen einen Abstand von ≥ 100 mm
- Bei Änderungen an der Abgasanlage und der Abgasführung ist dafür Sorge zu tragen, dass der Abgasstrom keine Fahrzeugbauteile anbläst und die Ausblasrichtung weg vom Fahrzeug zeigt (Vorschrift des entsprechenden Landes beachten, in Deutschland StVzO).

Für die Luftansaugung gilt zusätzlich:

- Querschnitte der Verrohrung in Form und/ oder Fläche keinesfalls verändern.
- Luftfilter nicht modifizieren.
- Die Einbauposition des Feuchtesensors im Luftfiltergehäuse darf nicht verändert werden.
- Das Aufhängungs- bzw. Abstützungskonzept sowie die grundsätzliche Einbaulage der Komponenten sind beizubehalten.
- MAN kann keine Auskunft über Verbrauchsänderungen oder über das Geräuschverhalten machen, es eventuell eine erneute Geräuschabnahme erforderlich ist. Akustisch wirksame Bauteile (z.B. Düse am Reinluftrohreintritt) dürfen nicht verändert werden. Bei Nichteinhaltung der Geräuschgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- Die Luftansaugung muss davor geschützt werden, erwärmte Luft anzusaugen (z.B. Motorabwärme aus dem Bereich der Radläufe bzw. in der Nähe des Abgasschalldämpfers). Es ist eine geeignete Ansaugstelle zu wählen, die gewährleistet, dass die Ansaugluft um nicht mehr als 5°C erwärmt wird (Außentemperatur zu Temperatur vor Turbolader).
  Bei zu hoher Ansauglufttemperatur droht die Überschreitung der Abgasgrenzwerte.
  Bei Nichteinhaltung der Emissionsgrenzwerte erlischt die Betriebserlaubnis!
- Um ein Ansaugen von brennenden Zigarettenkippen oder ähnlichem zu verhindern, muss direkt an der Ansaugstelle ein sog. Zigarettenschutzgitter analog dem serienmäßig verbauten Gitter (nicht brennbares Material, Maschenweite SW6, Fläche des offenen Querschnitts min. Fläche des Rohluftstutzens am Luftfilter) eingebracht werden.
  Bei Nichtbeachtung drohen Fahrzeugbrände! MAN kann keine Aussage zur Wirksamkeit der getroffenen Maßnahme machen, die Verantwortung liegt beim ausführenden Unternehmen.



- Die Ansaugstelle muss in einem Bereich mit geringer Staubbeaufschlagung sowie im spritzwassergeschützten Bereich liegen.
- Eine ausreichende Entwässerung sowie ein ungehinderter Staubaustrag aus dem Filtergehäuse und dem Rohluftbereich sind zu gewährleisten. Auf der Reinluftseite ist die Verrohrung so zu wählen, dass sie nach außen absolut dicht ist.
- Die Innenseite der Reinluftrohre muss glatt sein, es dürfen sich keine Partikel oder ähnliches lösen können.
  Ein Abrutschen des Reinluftrohrs an den Dichtstellen muss unbedingt vermieden werden. Hierzu sind geeignete Halterungen vorzusehen.
- Die Position des Unterdrucksensors ist in einem geraden Rohrstück mit kürzestmöglichen Abstand zum Turbolader zu wählen. Die korrekte Anzeige des Sensors ist vom durchführenden Unternehmen zu gewährleisten.
  Achtung: Gefahr von Motorschäden bei Anzeige zu geringer Werte!
- Alle Ansaugrohre müssen eine Unterdruckbeständigkeit von 100 mbar sowie eine Temperaturbeständigkeit von min. 80°C (kurzfristig 100°C) aufweisen. Flexible Leitungen (z.B. Schläuche) sind nicht zulässig.
- Scharfe Biegungen in den Rohren sind zu vermeiden, Gehrungsschnitte sind nicht zulässig.

Die Standzeit des Luftfilters kann sich bei Änderungen an der Ansauganlage verkürzen.

4.12.2 Zusätzliche Vorgabe bei Änderungen am AdBlue®-System/Abgassystem bei Euro5-Fahrzeugen

Vor einem Umbau ist im Vorfeld zu prüfen, ob auf bestehende MAN-Variationen des AdBlue®-Systems zurückgegriffen werden kann. Jegliche Umbaumaßnahmen sind von dafür ausgebildetem Personal durchzuführen.

AdBlue® (DIN 70070) ist der Markenname für eine wässrige, synthetisch hergestellte 32,5%ige Harnstofflösung, die zur Abgasnachbehandlung im SCR-Katalysator (selective catalytic reduction) verwendet wird.

Bild 45: Schematischer Aufbau des AdBlue®-System in Euro5-Fahrzeugen ESC-419

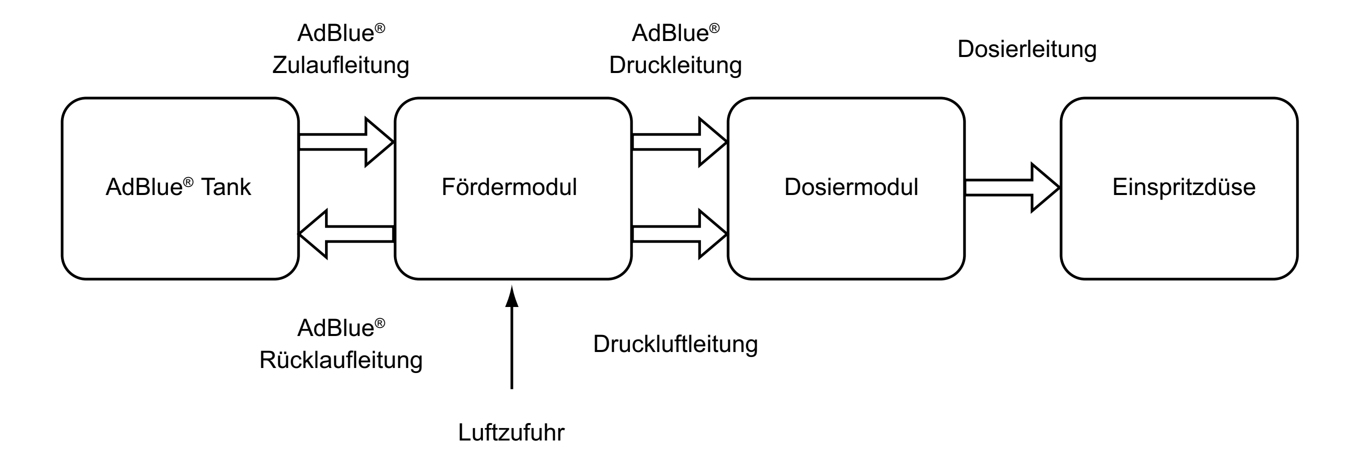
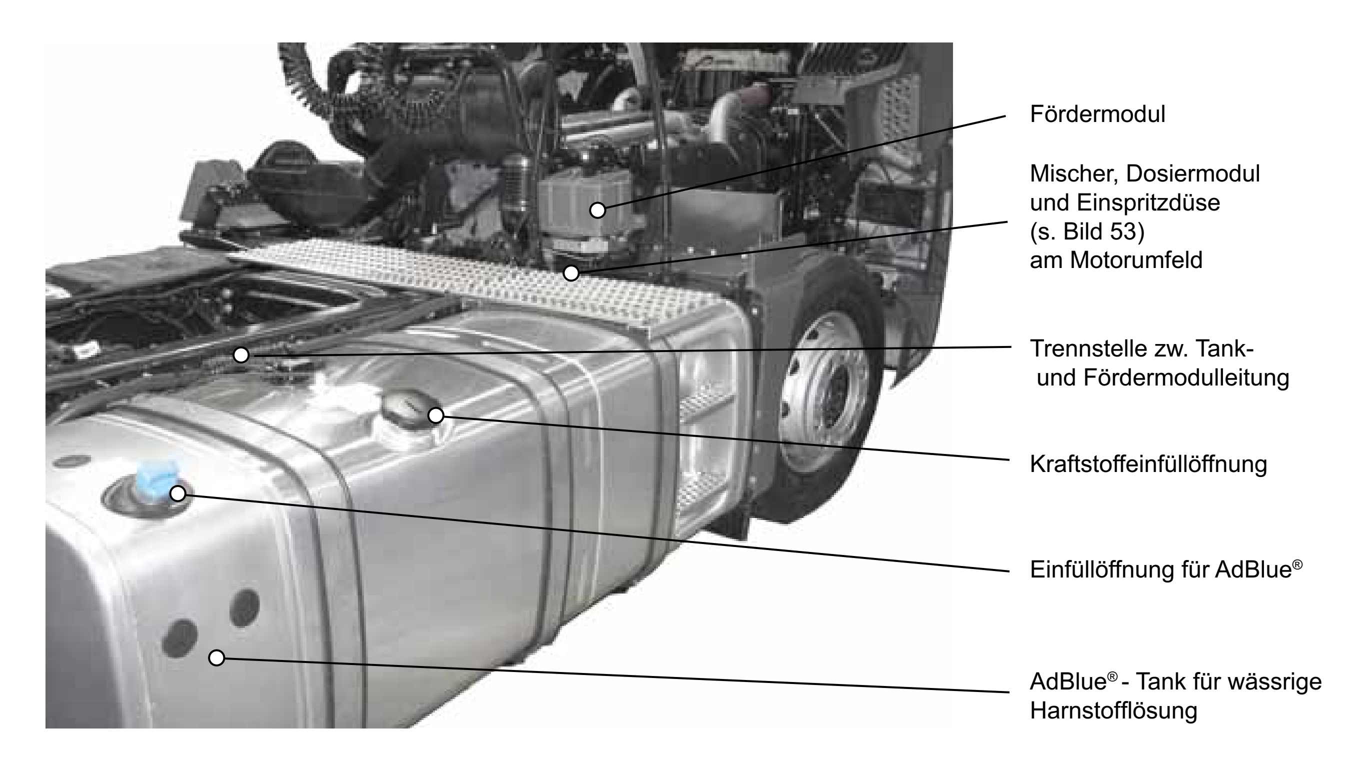


Bild 46: Übersicht der relevanten AdBlue®-Komponenten am Gesamtfahrzeug ESC-420



Versetzen des AdBlue®- Tanks

Die AdBlue® -Tanks haben grundsätzlich vier Leitungsanschlüsse welche untereinander durch einen Leitungsaufdruck unterschieden werden, um Verwechslungen auszuschließen:

- AdBlue® Zu- und Rücklaufleitung (Abmessung 8,8x1,4 Material PA-PUR, gelbe Schrift, Rohrfarbe schwarz)
- Motorkühlmittelvor- und -rücklaufleitung zum Beheizen des AdBlue®- Systems (Abmessung 9x1,5, PA12-PHL-Y, weiße Schrift, Rohrfarbe schwarz)

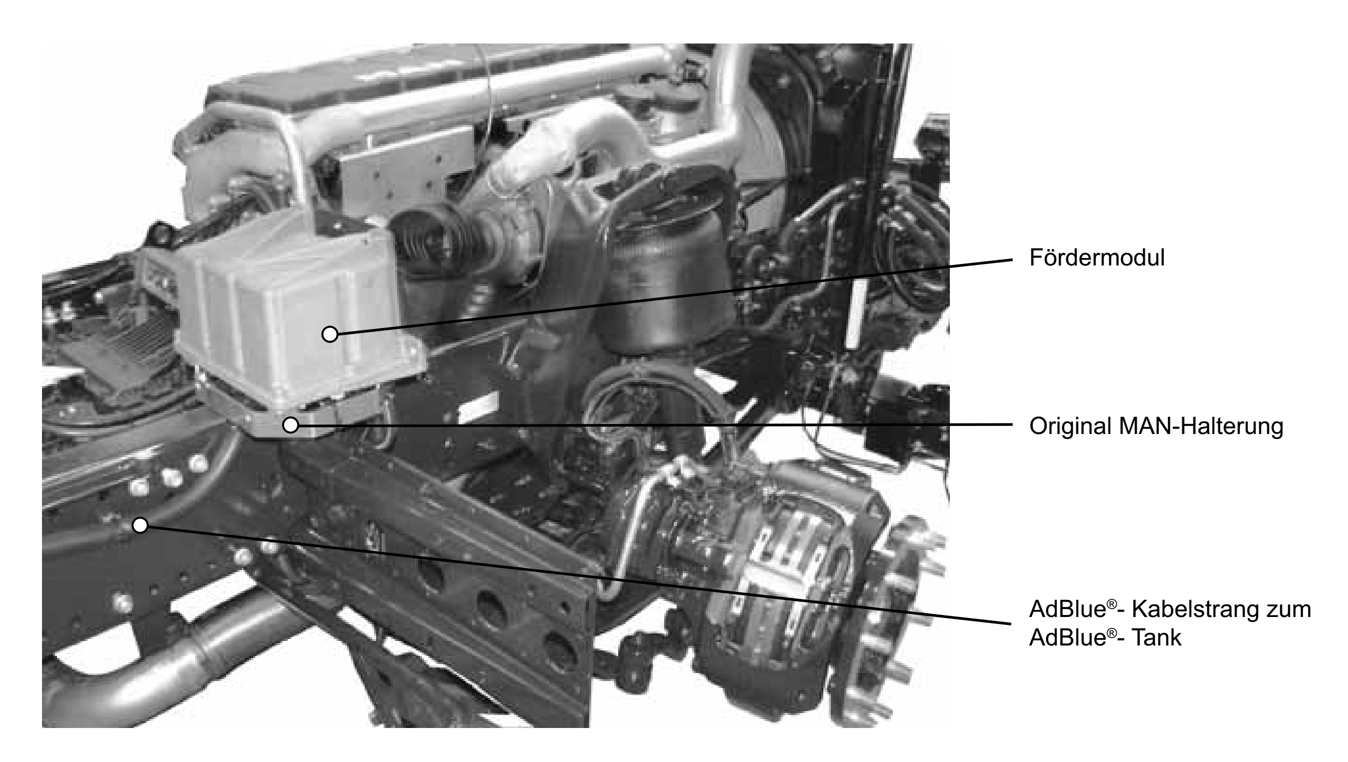
• das Versetzen des Kombi-/ Einzeltanks ist nur mit MAN-Originaltanks zulässig und nur dann, wenn eine max. Leitungslänge von 5.000 mm zwischen Tankeingangs- und Fördermoduleingangsstutzen eingehalten wird
• die Verlegung von elektrischen und CAN-Leitungen (z.B. für Füllstandssensor, Fördermodul, OBD-Sensorik) ist nur mit Original MAN-Leitungssträngen zulässig (beziehbar über MAN-Ersatzteildienst).

Versetzen des AdBlue®- Fördermoduls

• Ein Versetzen des Fördermoduls ist nur an Original MAN-Anbaupositionen mit zugehörigen Original MAN-Haltern zulässig.

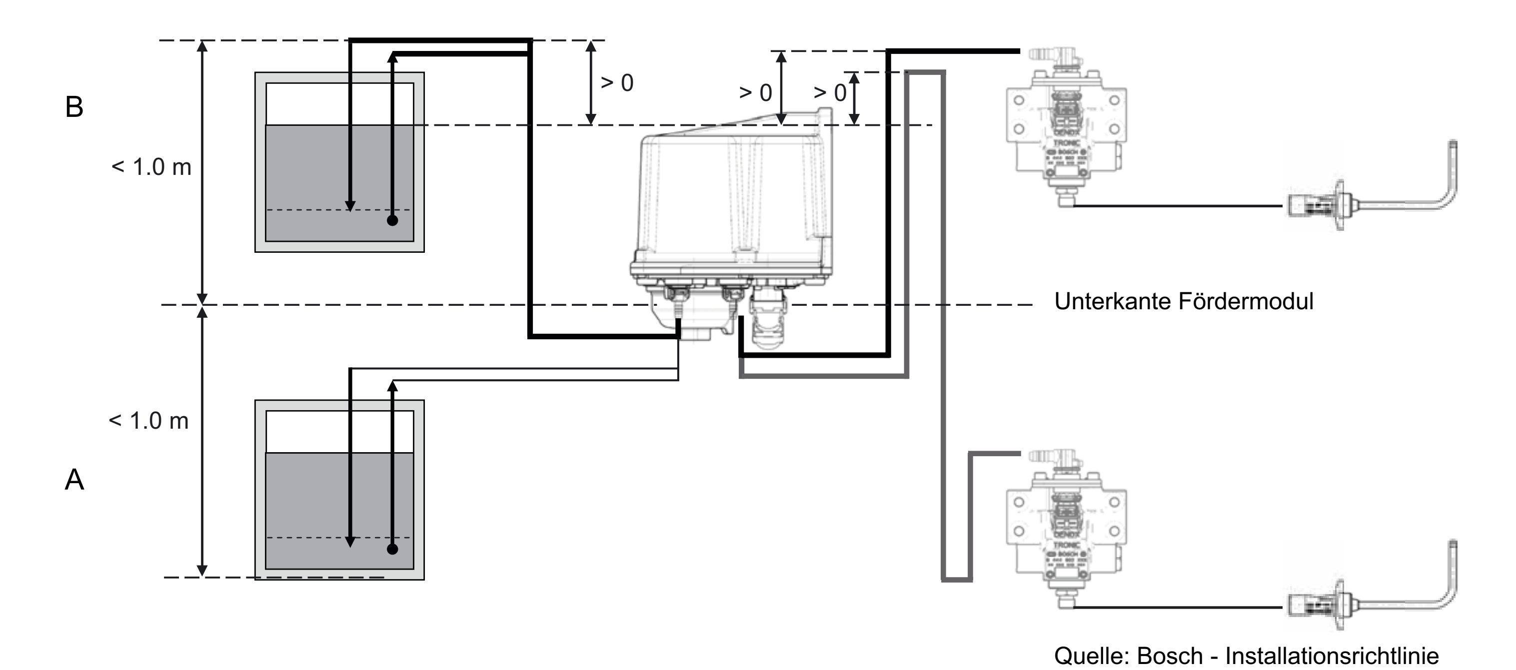
Grund: Festigkeit / Schwingungen

Bild 47: Fördermodul und Original MAN-Halter ESC-421



- Beim Versetzen des Fördermoduls ist darauf zu achten, dass Original MAN-Leitungsstränge zum Dosiermodul zu verwenden sind und die Gesamtleitungslänge 3.000 mm nicht überschritten wird.
- Die maximal mögliche Höhendifferenz (Förderhöhe) zwischen Unterkante Fördermodul und Unterkante Tank bzw. Oberkante (und oberste Leitungsposition) am Tank darf 1.000 mm nicht überschreiten.
  Bei Nichteinhalten der Vorgaben erlischt der Garantieanspruch.

Bild 48: Installationsübersicht ESC-422



Quelle: Bosch - Installationsrichtlinie



Dosiermodul

- Die Lage des Dosiermoduls darf nicht verändert werden.
- Eine Verlängerung der Leitung zwischen Dosiermodul und Fördermodul ist auf eine Gesamtlänge bis 3.000 mm möglich.

Verlängerung/ Verkürzung der Stränge aus AdBlue®- sowie Motorkühlmittelleitungen

Verlängerungen für einen Umbau der Tankposition AdBlue®- oder Kombitank sind durch Beschaffung des längsten bzw. zum Einbau passenden Strangs möglich. Bezugsmöglichkeit besteht über den MAN-Ersatzteildienst.
Verkürzungen können durch Einkürzen des Leitungsbündels an der Schnittstelle zum AdBlue® Fördermodul vorgenommen werden. Alternativ kann eine Verlegung entlang eines längeren Wegs vorgenommen werden. In keinem Fall darf die Leitungslänge vom Tank zum Fördermodul länger sein als 6.000 mm.

- Generell sind nur Rohr-Rohr-Verbindungen mit Leitungsverbindern der Fa. VOSS zugelassen (Bezug z.B. über MAN Ersatzteildienst).
- Das Einsetzen der Leitungsverbinder ist nur mit speziellem Werkzeug der Fa. Voss zulässig (Aufpresszange MAN-Nr.80.99625.0023).
- Um Druckverluste zu vermeiden, ist pro Kühlmittel-/AdBlue® -Leitung jeweils für Vor- und Rücklauf max. eine Verlängerung zulässig.

Bild 49: Leitungsverbinder (VOSS) für Verlängerung/ Verkürzung der AdBlue® - sowie Kühlmittelleitung ESC-423



- Zum Aufpressen der AdBlue®- Leitungen sind ausschließlich vormontierte Kunststoffstecker mit 1.000 mm Leitung der Fa. VOSS (Bezug z.B. über MAN Ersatzteildienst) zulässig.
- Knicken der Leitungen unbedingt vermeiden.
- Für eine der Originalleitung gleichwertige Isolierung gegen Kälte ist unbedingt zu sorgen.

Leitungsbezeichnung

Bild 50: Bezeichnung AdBlue® - Leitung (Abmessung 8,8 x 1,4 Material PA-PUR, gelbe Schrift, Rohrfarbe schwarz) ESC-428

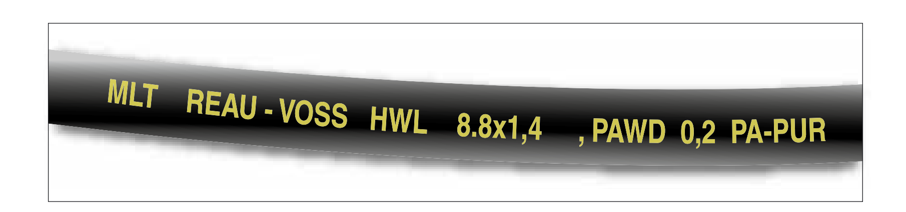


Bild 51: Bezeichnung Motorkühlmittelleitung (Abmessung 9 x 1,5; PA12-PHL-Y, weiße Schrift, Rohrfarbe schwarz) ESC-429

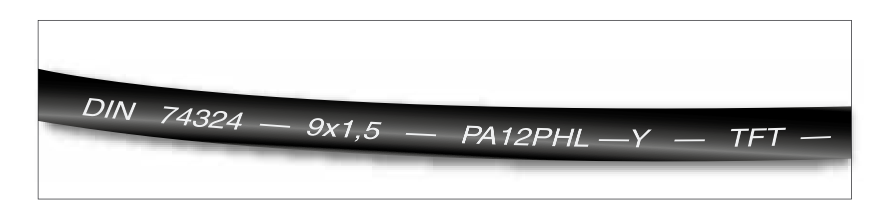




Bild 52: Darstellung eines Leitungsbündels mit Kühlmittel- und AdBlue®- Leitungen ESC-430

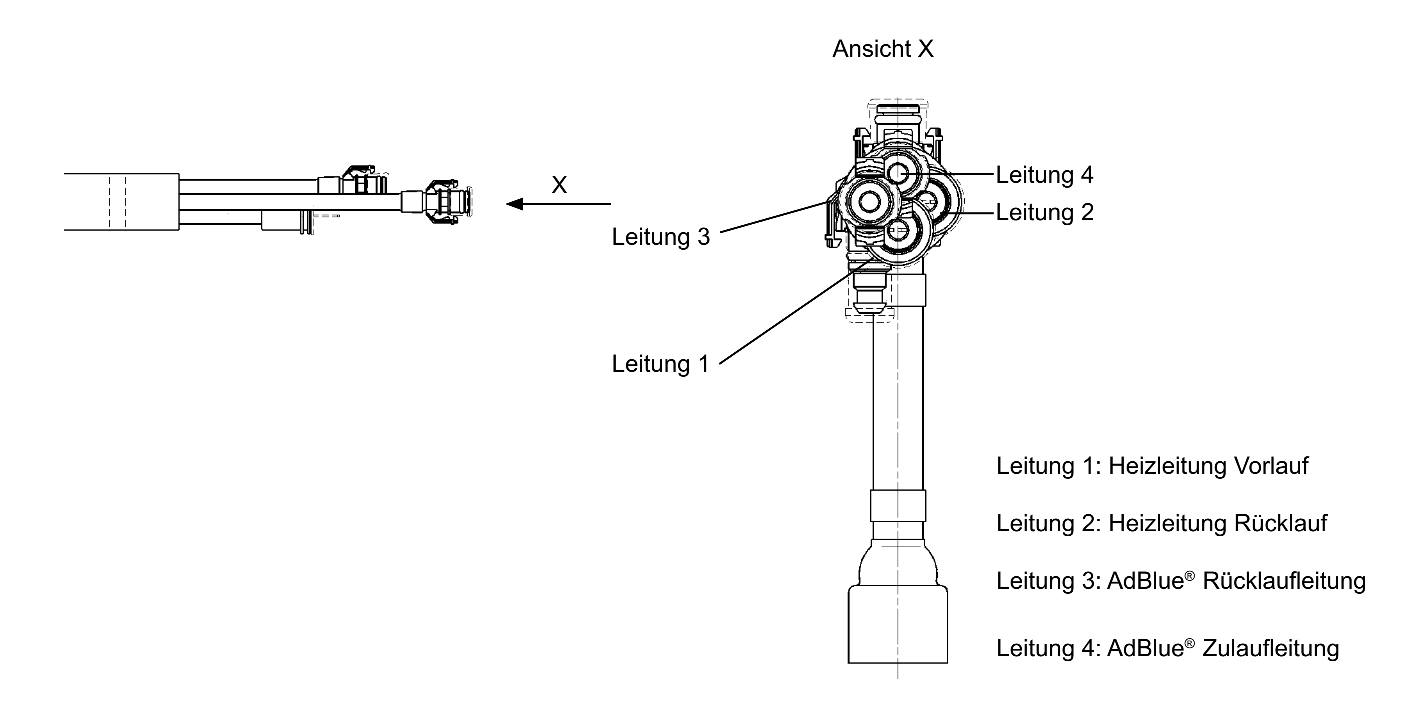
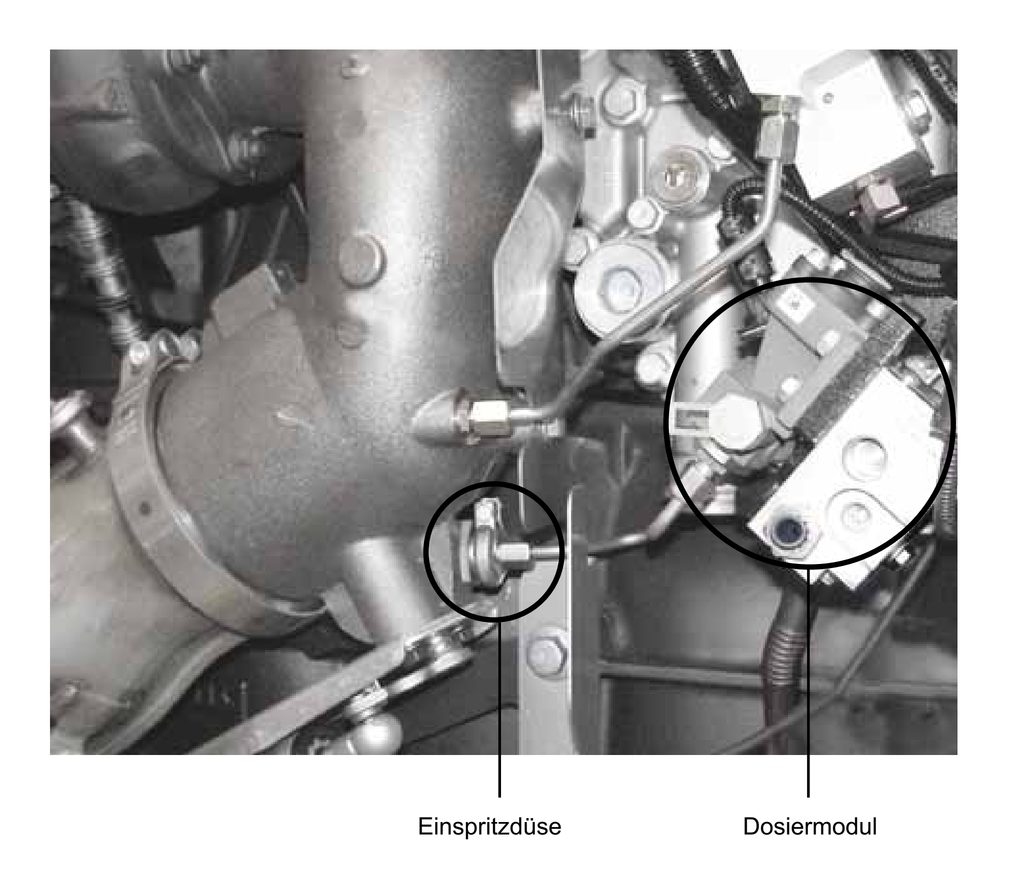




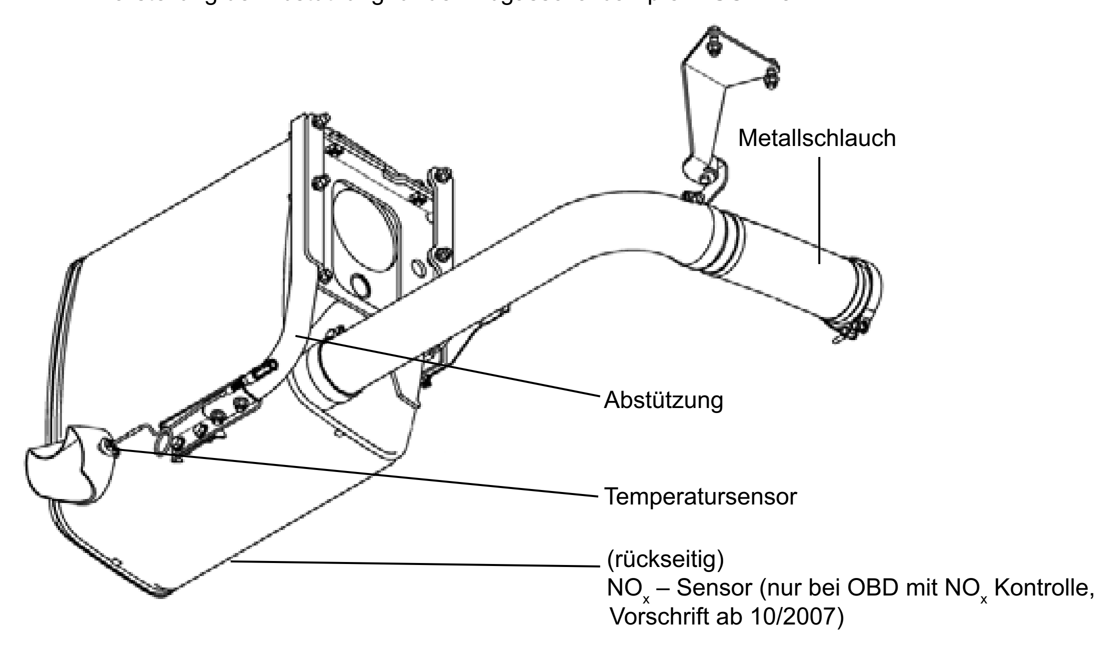
Bild 53: Temperatursensor, Einspritzdüse, Dosiermodul ESC-424



Veränderung der Abgasanlage

- Beim Versetzen des Abgasschalldämpfers ist darauf zu achten, dass dessen originale MAN-Abstützung weiter verwendet wird.

Bild 54: Darstellung der Abstützung für den Abgasschalldämpfer ESC-425



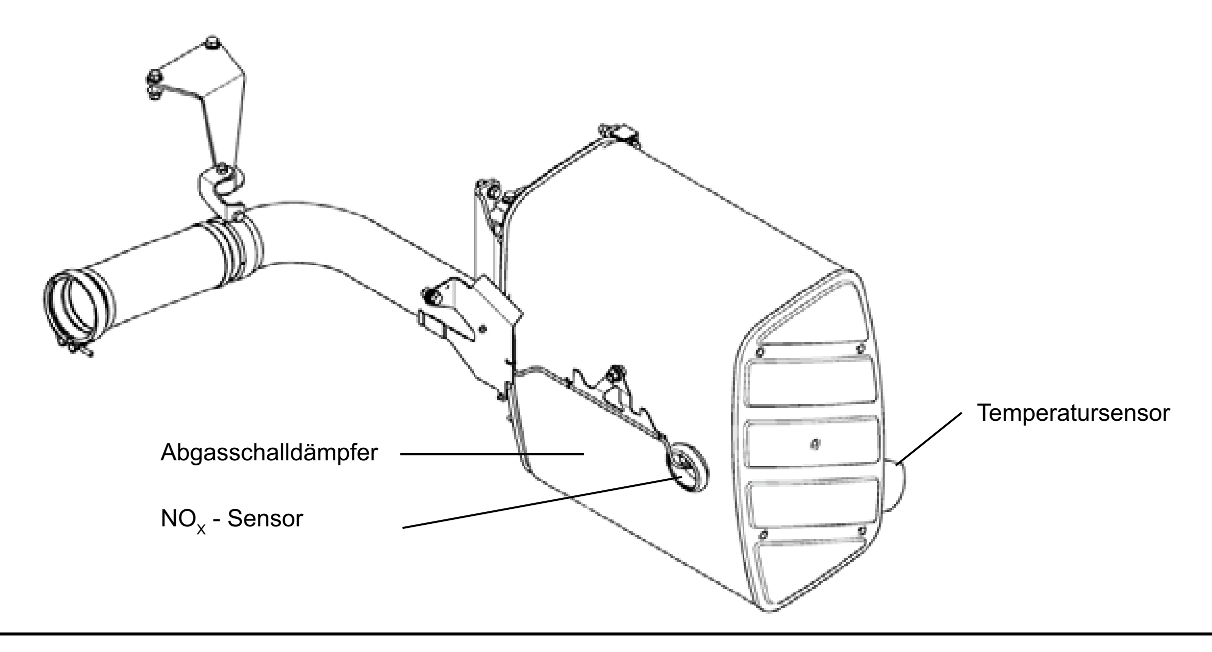
- Eine Verlängerung der Abgasführung ist ab dem Metallschlauch bis Abgasschalldämpfer um 1.000 mm ohne entsprechende Hochtemperaturisolierung zulässig.
- Eine Verlängerung der Abgasführung ist ab dem Metallschlauch bis Abgasschalldämpfer > 1.000 mm bis max. 2.000 mm mit entsprechender Hochtemperaturisolierung zulässig.

Bild 55: Abgasstrang, Mischer bis Metallschlauch ESC-426



- Die Position des Temperatur- sowie NO_x- Sensors (bei OBD) am Abgasschalldämpfer darf nicht verändert werden.
- Als Abgasverrohrung sind ausschließlich nichtrostende-austenitische-Edelstähle zu verwenden.
  Grund: Bei den sonst üblichen ferritischen Stählen führt das im Abgastrakt befindliche Ammoniak (Reaktionsprodukt aus AdBlue®) zu Korrosion.
- Edelstahlrohre sind mit den zulässigen Schutzgasschweißverfahren (Angaben der Stahlhersteller beachten) und von dafür berechtigten Personen zu schweißen.
- Umbaumaßnahmen oder Veränderungen an der Abgasführung vom Abgaskrümmer bis zum Metallschlauch sind nicht zulässig.

Bild 56: Position des NO_x-Sensors (nur OBD mit NO_x-Kontrolle, Vorschrift ab 10/ 2007) am Abgasschalldämpfer) ESC-427





Übersicht der zu verwendenden nicht rostenden-austenitischen Stählen nach DIN 17440

Werkstoffe:

Bezeichnung	Werkstoffnummer
X 5 CrNi 18 10	1.4301
X 2 CrNi 19 11	1.4306
X 2 CrNiN 18 10	1.4311
X 6 CrNiTi 18 10	1.4541
X 6 CrNiNb 18 10	1.4550
X 5 CrNiMo 17 12 2	1.4401
X 2 CrNiMo 17 13 2	1.4404
X 6 CrNiMoTi 17 12 2	1.4571
X 2 CrNiMoN 17 13 3	1.4429
X 2 CrNiMo 18 14 3	1.4435
X 5 CrNiMo 17 13 3	1.4436
X 2 CrNiMoN 17 13 5	1.4439



4.12.3 Motorkühlung

- Komponenten des serienmäßig verbauten Kühlsystems (Kühler, Kühlergrill, Luftkanäle, Kühlkreislauf) dürfen nicht verändert werden.
- Ausnahmen nur mit Genehmigung durch MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
- Änderungen am Kühler, die die Kühlfläche verringern, sind nicht genehmigungsfähig.

Unter folgenden Bedingungen kann ein Kühler mit angepassten Leistungsdaten erforderlich sein:

- überwiegend stationärer Betrieb
- Einsatz in klimatisch ungünstigen Zonen (z.B. Heißlandeinsatz)
- Einsatzfälle bei denen z.B. durch hohe Staubbelastung mit einem Zusetzen des Kühlers und dadurch mit verminderter Kühlleistung zu rechnen ist.

Auskunft über das werksseitig verfügbare Lieferprogramm für das jeweilige Fahrzeug gibt die nächstliegende MAN-Verkaufs-Niederlassung für nachträglichen Einbau die nächstliegende MAN-Service-Niederlassung oder MAN-Vertragswerkstatt.
Bei Anbau eines Kühlers von Drittanbietern sind zwingend die Vorgaben der mechanischen Einbaurichtlinien für Einbaumotoren zu befolgen. Diese können bei MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) angefordert werden.

4.12.4 Motorkapsel, Geräuschdämmung

Eingriffe und Änderungen an einer ab Werk vorhandenen Motorkapsel, sind nicht zulässig. Sind Fahrzeuge als „lärmarm“ oder „geräuscharm“ definiert, so verlieren sie aufgrund der nachträglichen Eingriffe ihren Status. Die Wiedererlangung des zuvor vorhandenen Status ist im Verantwortungsbereich des umbauenden Betriebs.

4.13 Einbau anderer Schaltgetriebe, Automatikgetriebe, Verteilergetriebe

Der Einbau von MAN nicht dokumentierter Schalt- bzw. Automatikgetriebe ist wegen Fehlen der Einbindung in den Triebstrang-CAN nicht möglich. Nichtbeachtung führt zu Fehlfunktionen sicherheitswichtiger Elektronik.
Der Einbau von fremden Verteilergetrieben (z.B. zur Verwendung als Nebenabtrieb) beeinflusst die Triebstrangelektronik.
Bei Fahrzeugen mit mechanischem Schaltgetriebe ist eine Anpassung durch Parametrierung u.U. möglich, deshalb ist vor Beginn der Maßnahmen anzufragen (Abteilung SMTSE-ESC, Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).
Grundsätzlich nicht zulässig ist der Einbau in Fahrzeuge mit MAN TipMatic/ ZF ASTRONIC (Getriebe ZF12AS).

5. Aufbau

5.1 Allgemeines

Zur Identifikation ist jeder Aufbau mit einem Typschild zu versehen, aus dem mindestens folgende Daten erkennbar sind:

- vollständiger Name des Aufbauherstellers
- Seriennummer.

Die Daten auf dem Typschild müssen dauerhaft kenntlich gemacht werden.
Aufbauten beeinflussen erheblich die Fahreigenschaften und Fahrwiderstände und damit den Kraftstoffverbrauch.
Aufbauten dürfen daher nicht unnötig Fahrwiderstände erhöhen oder Fahreigenschaften verschlechtern.
Die unvermeidbare Rahmendurchbiegung und Rahmenverwindung darf für Aufbau und Fahrzeug keine nachteiligen Eigenschaften verursachen. Sie muss vom Aufbau ebenso wie vom Fahrgestell aufgenommen werden können.
Ca-Wert für die unvermeidliche Durchbiegung:

Formel 16: Ca -Wert zulässige Durchbiegung

$$f = \frac{\Sigma_1^i l_i + l_ü}{200}$$



Es bedeuten:

f = maximale Durchbiegung in [mm]
l_i = Radstände, $\Sigma\, l_i$ = Summe der Radstände in [mm]
$l_ü$ = Rahmenüberhang in [mm]

Vom Aufbau sind möglichst wenige Schwingungen auf das Fahrgestell zu übertragen.
Wir setzen voraus, dass Aufbauhersteller den notwendigen Hilfs- oder Montagerahmen zumindest überschlägig auslegen können.
Ebenso wird erwartet, dass durch geeignete Maßnahmen eine Fahrzeugüberlastung ausgeschlossen wird.
Die im Fahrzeugbau üblichen unvermeidlichen Toleranzen und Hysteresen sind zu berücksichtigen.
Hierzu zählen z.B.:

- Reifen
- Federn (auch Hysterese in der Luftfederung)
- Rahmen.

Während des Fahrzeugeinsatzes ist mit weiteren maßlichen Veränderungen zu rechnen.
Hierzu zählen z.B.:

- Federsetzen
- Reifenverformung
- Aufbauverformung.

Der Rahmen darf vor und während der Montage nicht verformt werden. Das Fahrzeug ist vor der Montage einige Male vor- und zurückzufahren, um eingeprägte Spannungen abzubauen. Dies gilt aufgrund der bei Kurvenfahrt vorhandenen Achsverzwängung besonders bei Fahrzeugen mit Doppelachsaggregat.
Zur Aufbaumontage ist das Fahrzeug auf einen ebenen Montageplatz zu stellen. Unterschiedliche Rahmenhöhen links/ rechts von ≤ 1,5% des Maßes Boden bis Rahmenoberkante liegen im Bereich der oben beschriebenen Hysterese- und Setzeffekte.
Sie müssen vom Aufbau ertragen werden und dürfen nicht durch Rahmenrichten, Federbeilagen oder Einstellung der Luftfederung ausgeglichen werden, da sie sich im Einsatz zwangsläufig ändern. Unterschiede > 1,5% sind vor einer Reparatur der Kundendienstabteilung bei MAN zu melden. Diese entscheidet welche Maßnahmen vom Aufbauhersteller und/ oder der MAN-Werkstatt zu ergreifen sind. Zugänglichkeit, Freigängigkeit: Die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen muss ebenso gegeben sein sowie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

Zum Beispiel:

- Bremszylinder
- Getriebeschaltung (Schaltgestänge, Seilzugschaltung)
- Achsführungsteile
- Intarderverrohrung usw.

Bei der Mindestfreigängigkeit ist zu berücksichtigen:

- maximale Einfederung
- dynamische Einfederung während der Fahrt
- Einfederung beim Anfahren oder Abbremsen
- Seitenneigung bei Kurvenfahrt
- Gleitschutzkettenbetrieb
- Notlaufeigenschaften, etwa Federbalgschaden während der Fahrt und daraus folgende Seitenneigung (z.B. 3° Seitenneigung nach ISO 1726 bei Sattelzugmaschinen siehe auch Heft ‚VerbindungseinrichtungenTG‘).

5.1.1 Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Die Maschinenrichtlinie kann unter folgendem Link von EUR-Lex bezogen werden:

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:DE:PDF
oder über http://eur-lex.europa.eu

Allgemeines
Die Maschinenrichtlinie dient dazu die Sicherheit und die Gesundheit von Personen, insbesondere von Arbeitnehmern, Verbrauchern und Sachen, insbesondere in Bezug auf Risiken beim Umgang mit Maschinen, zu gewährleisten.

Sie legt allgemein gültige grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen nach dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Konstruktion sowie technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen fest, die durch eine Reihe von spezifischeren Anforderungen für bestimmte Maschinengattungen ergänzt werden.

Für jede Art von Maschinen gibt es angemessene Verfahren mit denen die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen überprüft werden. Diese beinhalten die Konformitätsbewertungsverfahren, die CE-Konformitätskennzeichnung sowie eine Risikobeurteilung. Des Weiteren muss der Maschinenhersteller für jede Maschine eine technische Dokumentation erstellen.

Anwendungsbereich
Zusätzlich zu den Aufbaurichtlinien ist von Aufbauherstellern auch die Maschinenrichtlinie zu beachten. Das LKW-Chassis (LKW-Fahrgestell) unterliegt grundsätzlich nicht der Maschinenrichtlinie, da die hierfür geltenden gesetzlichen Anforderungen in der Richtlinie über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG) geregelt sind.
Für diverse Aufbauten gilt jedoch die Maschinenrichtlinie. Die in diesen Geltungsbereich fallenden Erzeugnisse (Aufbauten) sind in der Maschinenrichtlinie im Artikel1 (Anwendungsbereich) definiert.

Grundsätzlich gilt die Maschinenrichtlinie für:

- Maschinen
- Auswechselbare Ausrüstungen
- Sicherheitsbauteile
- Lastaufnahmemittel
- Ketten, Seile und Gurte
- Abnehmbare Gelenkwellen
- Unvollständige Maschinen

Beispiele hierfür sind:

- Ladekräne
- Hubladebühnen (Ladebordwände)
- Kipperaufbauten
- Saug- / Spülaufbau
- Abschleppplateau
- am Fahrzeug angebrachte Kompressoren
- Müllpressen
- Beton-/ Zementtrommeln
- Mulden
- mechanisch angetriebene Seilwinden
- Abroll- / Absetzkipperaufbauten
- Hubarbeitsplattformen / -bühnen
- Tankaufbauten



Ausgenommen sind unter anderem:

- Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen
- Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (70/156/EWG)

Wenn ein solches Erzeugnis (Auf-/ Anbau) auf das LKW-Fahrgestell aufgebaut wird, gilt die Maschinenrichtlinie nicht für das LKW-Fahrgestell, jedoch für den Aufbau. Ebenso gilt die Maschinenrichtlinie für die **Schnittstellen zwischen LKW-Fahrgestell und Aufbau** welche für eine sichere Bewegung und Bedienung der Maschine zuständig sind. Daher ist bei aufgebauten Fahrzeugen zu unterscheiden zwischen **selbstfahrenden Arbeitsmaschinen**, die in ihrer Gesamtheit unter die Maschinenrichtlinie fallen und **LKW-Fahrgestellen mit auf-/ angebauten Maschinen**.

Beispiele für mögliche selbstfahrende Arbeitsmaschinen:

- selbstfahrende Baumaschinen
- Betonpumpen
- Autokran
- Schlammsauger
- Bohrgeräteträgerfahrzeug

Definition Maschinen nach 2006/42/EG

„— eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind;

— eine Gesamtheit im Sinne des ersten Gedankenstrichs, der lediglich die Teile fehlen, die sie mit ihrem Einsatzort oder mit ihren Energie- und Antriebsquellen verbinden;

— eine einbaufertige Gesamtheit im Sinne des ersten und zweiten Gedankenstrichs, die erst nach Anbringung auf einem Beförderungsmittel oder Installation in einem Gebäude oder Bauwerk funktionsfähig ist;

— eine Gesamtheit von Maschinen im Sinne des ersten, zweiten und dritten Gedankenstrichs oder von unvollständigen Maschinen im Sinne des Buchstabens g, die, damit sie zusammenwirken, so angeordnet sind und betätigt werden, dass sie als Gesamtheit funktionieren;

— eine Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für Hebevorgänge zusammengefügt sind und deren einzige Antriebsquelle die unmittelbar eingesetzte menschliche Kraft ist;“

Quelle: Auszug aus 2006/42/EG

5.1.2 CE-Kennzeichnung (CE-Konformitätskennzeichnung nach 2006/42/EG)

Der Aufbauhersteller hat zu gewährleisten, dass der Aufbau mit Anbauteilen und Zubehör den gesetzlichen Anforderungen entspricht. In der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) sind die Arten von Maschinen festgelegt die eine CE-Kennzeichnung erfordern.

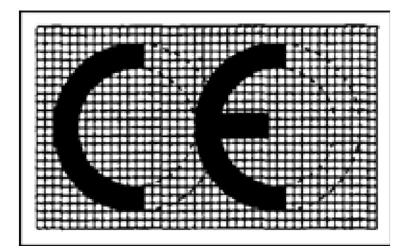
Grundsätzlich gilt für den Aufbau:

- Alle Maschinen müssen mit der CE-Kennzeichnung versehen werden, d.h. auch Sicherheitsbauteile, abnehmbare Gelenkwellen, Ketten, Seile und Gurte.
- Unvollständige Maschinen dürfen keine CE-Kennzeichnung tragen.

Für die CE-Kennzeichnung auf Maschinen gilt:

- Die CE-Kennzeichnung ist sichtbar, leserlich und dauerhaft auf dem Erzeugnis anzubringen.
- Auf Maschinen dürfen keine Kennzeichnungen, Zeichen oder Aufschriften angebracht werden, die möglicherweise von Dritten hinsichtlich ihrer Bedeutung oder Gestalt oder in beiderlei Hinsicht mit der CE-Kennzeichnung verwechselt werden können.
- Jede andere Kennzeichnung darf auf Maschinen angebracht werden, wenn sie die Sichtbarkeit, Lesbarkeit und Bedeutung der CE-Kennzeichnung nicht beeinträchtigt.
- Die CE-Kennzeichnung muss gleichberechtigt neben der Angabe des Maschinenherstellers stehen und deshalb mittels der gleichen Technik angebracht werden wie diese. Um eventuell auf Bauteilen vorhandene CE-Kennzeichnungen von der CE-Kennzeichnung der Maschine zu unterscheiden, muss Letztere neben dem Namen dessen angebracht werden, der für die Maschine verantwortlich ist, d. h. neben dem Namen des Herstellers oder seines Bevollmächtigten.
- Es ist untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder nachzudatieren.
- Bei Verkleinerung oder Vergrößerung der CE-Kennzeichnung müssen die hier wiedergegebenen Proportionen gewahrt bleiben.
- Die Bestandteile der CE-Kennzeichnung müssen annähernd gleich hoch sein; die Mindesthöhe beträgt 5 mm. Bei kleinen Maschinen kann diese Mindesthöhe unterschritten werden.

Die CE-Kennzeichnung besteht aus den Buchstaben „CE“ mit folgendem Schriftbild:



Fällt eine Maschine unter weitere Richtlinien, die andere Aspekte regeln und ebenfalls das Anbringen einer CE Kennzeichnung vorschreiben, so bedeutet die CE-Kennzeichnung, dass diese Maschine auch den Bestimmungen dieser anderen Richtlinien entspricht. Hat jedoch der Hersteller oder sein Bevollmächtigter nach einer oder mehrerer dieser Richtlinien während einer Übergangszeit die Wahl der anzuwendenden Regelung, so wird durch die CE-Kennzeichnung lediglich die Konformität mit den Bestimmungen der von ihm angewandten Richtlinien angezeigt. Die Nummern der jeweils angewandten Richtlinien laut Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union sind in der EG-Konformitätserklärung anzugeben. Wenn das Verfahren der umfassenden Qualitätssicherung (nach 2006/42/EG Artikel 12 Absatz 3 Buchstabe c bzw. Artikel 12 Absatz 4 Buchstabe b) angewandt wurde, ist der CE-Kennzeichnung die Kennnummer der benannten Stelle anzufügen.



5.2 Korrosionsschutz

Der Oberflächen- und Korrosionsschutz beeinflusst Lebensdauer und Aussehen des Produkts.
Die Beschichtungsqualität von Aufbauten sollte daher generell dem Niveau des Fahrgestells entsprechen.
Zur Sicherstellung dieser Forderung ist für Aufbauten, welche von MAN in Auftrag gegeben werden,
die MAN-Werknorm M 3297 „Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme für Fremdaufbauten“ verbindlich anzuwenden.
Beauftragt der Kunde den Aufbau, gilt sie als Empfehlung, wobei Nichteinhaltung Gewährleistung durch MAN für die Folgen ausschließt. Bezugsmöglichkeit für MAN-Werknormen besteht über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich).
MAN-Fahrgestelle werden in der Serienproduktion mit umweltfreundlichem 2K-Chassisdecklack auf Wasserbasis
bei Trocknungstemperaturen bis ca. 80°C beschichtet. Zur Gewährleistung einer gleichwertiger Beschichtung wird bei allen Metallbaugruppen des Aufbaus und des Hilfsrahmens sowie nach Rahmenänderungen am Fahrgestell folgender Beschichtungsaufbau vorausgesetzt:

- Metallisch blanke bzw. gestrahlte (SA 2,5) Bauteiloberfläche
- Grundierung: 2K-EP-Haftgrund, zugelassen nach MAN-Werknorm M 3162-C oder - falls möglich - KTL nach MAN-Werknorm M 3078-2 mit Zinkphosphat-Vorbehandlung
- Decklack: 2K- Decklack nach MAN-Werknorm M 3094 vorzugsweise auf Wasserbasis; falls Einrichtungen hierfür fehlen, auch auf Lösungsmittelbasis (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).

Der Spielraum für Trocknungs- bzw. Aushärtungszeiten und -temperaturen ist den jeweiligen Datenblättern des Lackherstellers zu entnehmen.
Bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Metallwerkstoffe (z.B. Aluminium und Stahl) ist die Auswirkung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Korrosionserscheinungen an den Grenzflächen zu berücksichtigen (Isolierung).
Die Verträglichkeit der Werkstoffe ist zu berücksichtigen; z.B. die elektrochemische Spannungsreihe (Ursache von Spannungskorrosion).

Nach allen Arbeiten am Fahrgestell:

- Bohrspäne entfernen
- Kanten entgraten
- Hohlräume mit Wachs konservieren.

Mechanische Verbindungselemente (z.B. Schrauben, Muttern, Scheiben, Bolzen) die nicht überlackiert werden, sind optimal gegen Korrosion zu schützen. Zur Vermeidung von Korrosion durch Salzeinwirkung während Standzeiten in der Aufbauphase, sind alle Fahrgestelle nach der Ankunft beim Aufbauhersteller mit Klarwasser von Salzrückständen zu befreien.

5.3 Hilfsrahmen

5.3.1 Allgemeines

Wenn ein Hilfsrahmen erforderlich ist, dann ist dieser durchgehend auszuführen.
Er darf nicht unterbrochen oder seitlich ausgebogen sein (Ausnahmen z.B. bei einigen Kippern bedürfen der Genehmigung).
Die Freigängigkeit aller beweglichen Teile darf durch die Hilfsrahmenkonstruktion nicht eingeschränkt werden.

5.3.2 Zulässige Werkstoffe, Streckgrenze

Die Streckgrenze, auch Dehngrenze oder $\sigma_{0,2}$ -Grenze genannt, darf in keinem Fahr- oder Belastungszustand überschritten werden, Sicherheitsbeiwerte sind zu berücksichtigen. Streckgrenzen verschiedener Hilfsrahmenwerkstoffe (siehe Tabelle 18).



Tabelle 18: Hilfsrahmenwerkstoffe (Beispiele), Normbezeichnungen und Streckgrenzen

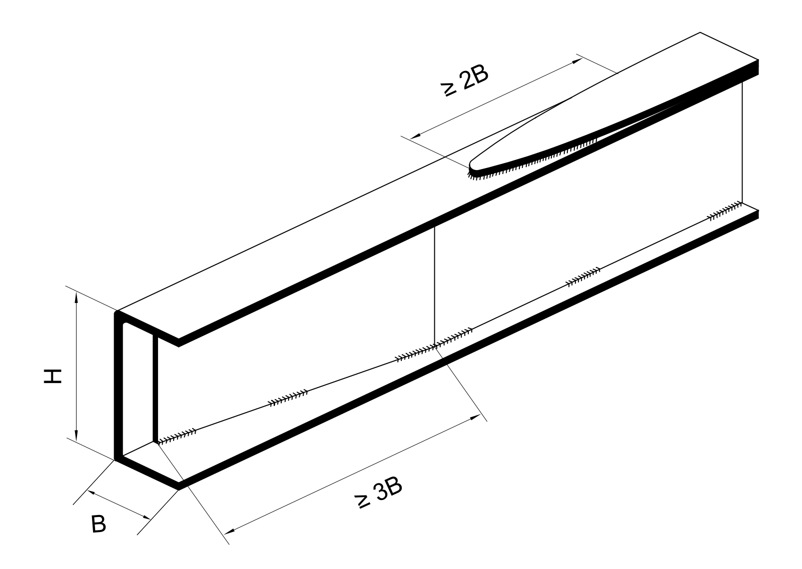
Werkstoff-nummer	Werkstoff-bezeichnung alt	Norm alt	$\sigma_{0,2}$ N/mm²	σ_B N/mm²	Werkstoff bez. neu	Norm neu	Eignung für TGA Hilfsrahmen
1.0037	St37-2	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	nicht zulässig
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	gut geeignet
1.0971	QStE260N	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	nicht zulässig
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	entfällt		nicht bei Punktlasten
1.0976	nicht vorhanden	nicht vorhanden	≥ 355	430-550	S355MC	DIN EN 10149-2	gut geeignet
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	entfällt	DIN EN 10149-2	gut geeignet
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	gut geeignet
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	gut geeignet

Die Werkstoffe S235JR (St37-2) und S260NC (QStE260N) sind als Hilfsrahmen für TGA nicht zugelassen.

5.3.3 Hilfsrahmengestaltung

Der Hilfsrahmen muss die gleiche äußere Breite wie der Fahrgestellrahmen haben und der Außenkontur des Hauptrahmens folgen.
Der Längsträger des Hilfsrahmens muss eben auf dem oberen Flansch der Rahmenlängsträger aufliegen.
Soweit möglich sollen Hilfsrahmen verdrehweich gestaltet werden.
Die im Fahrzeugbau üblichen abgekanteten U-Profile kommen der Forderung nach Verdrehweichheit gut entgegen.
Walzprofile sind nicht geeignet. Wird ein Hilfsrahmen an verschiedenen Stellen zum Kasten geschlossen,
so ist für einen allmählichen Übergang vom Kasten zum U-Profil zu sorgen. Der Übergang vom geschlossenen zum offenen Profil muss wenigstens auf der dreifachen Hilfsrahmenbreite erfolgen (siehe Bild 57).

Bild 57: Übergang vom Kasten- zum U-Profil ESC-043



Hilfsrahmenquerträger sind nach Möglichkeit über der Position der Rahmenquerträger anzuordnen.
Bei der Hilfsrahmenmontage darf der Hauptrahmenverband nicht gelöst werden.



Bild 58: Hilfsrahmengestaltung ESC-096

Einzelheit A

Montagebohrungen

Auf jeder Seite ist die mittlere Schraube
zur Aufrechterhaltung
des Rahmenverbandes
zu belassen

Aussparung Ø 40

Alle Bohrungen des Verbandes
Hilfsrahmen-Rahmen-Querträger auf
Ø 14,5 gebohrt und beim Zusammenbau
auf Ø 16 + 0,3 aufgerieben

A

B

Einzelheit B

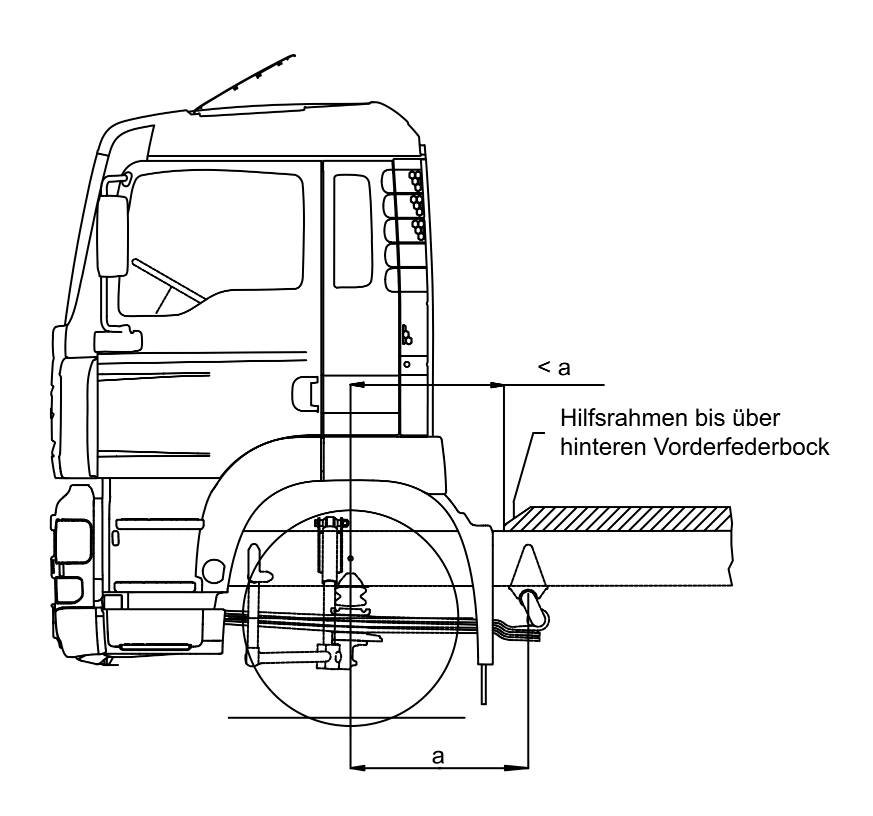
wenn Hilfsrahmen kürzer
als Rahmen, hier abrunden
R = 0,5 • Hilfsrahmendicke

Querträger an
den Knickstellen
vorsehen

Querschweißnähte an den Knickstellen vermeiden

Der Hilfsrahmenlängsträger muss möglichst weit nach vorne reichen, mindestens jedoch bis über den hinteren Vorderfederbock. Bei luftgefederter 1. Achse empfehlen wir einen Abstand von ≤ 600 mm zwischen Radmitte 1. Achse und Hilfsrahmen.

Bild 59: Hilfsrahmenabstand von Mitte 1. Achse ESC-697



Um die geforderten Maße einhalten zu können, muss der Hilfsrahmen der Rahmenkontur folgen, er muss vorne abgeschrägt oder ausgespart sein (Beispiele siehe Bild 60 bis Bild 63).

Bild 60: Hilfsrahmenabschrägung vorne ESC-030

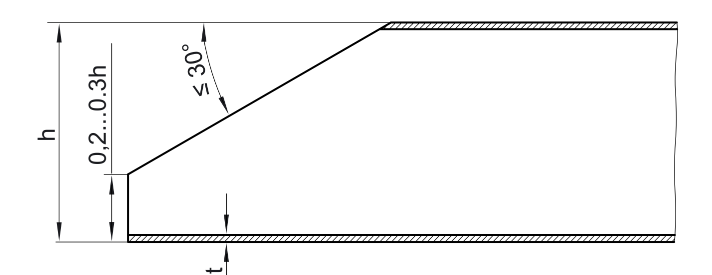


Bild 61: Hilfsrahmenaussparung vorne ESC-031

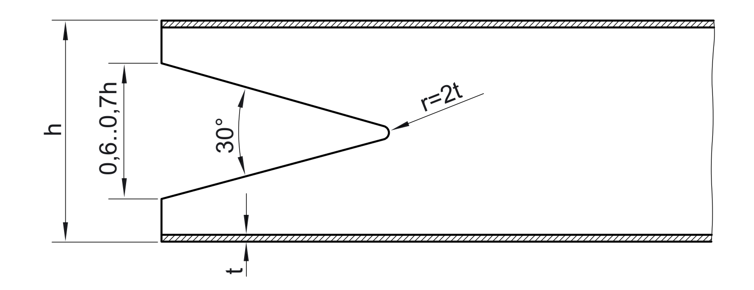
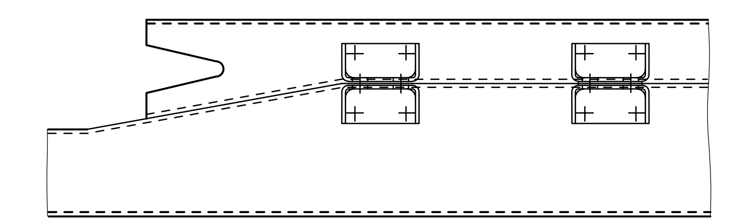




Bild 62: Hilfsrahmen - Anpassung durch Spreizen ESC-098



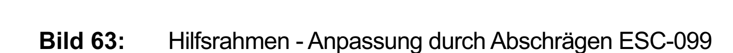
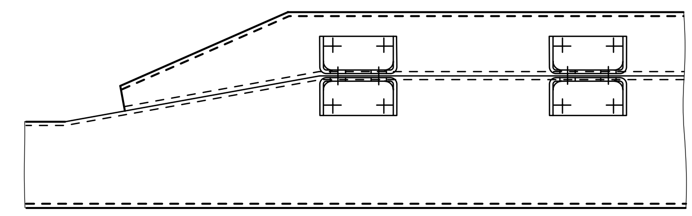


Bild 63: Hilfsrahmen - Anpassung durch Abschrägen ESC-099



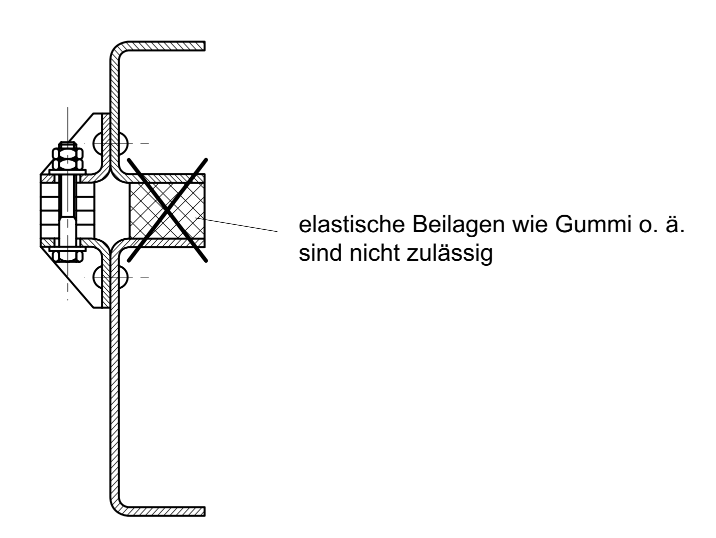
5.3.4 Befestigen von Hilfsrahmen und Aufbauten

Die Krafteinleitung aus dem Aufbau in den Hilfsrahmen - insbesondere die Befestigung des Aufbaus gegenüber dem Rahmenverband - sowie die zugehörigen Verbindungen zum Hauptrahmen liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Hilfsrahmen und Fahrgestellrahmen sind miteinander schubweich oder schubstarr zu verbinden. Je nach Aufbausituation sind beide Verbindungsarten zu kombinieren (man spricht dann von teilweise schubstarr und gibt Länge und Bereich der schubstarren Verbindung an). Von MAN mitgelieferte Befestigungswinkel sind für die schubweiche Montage von Ladebrücken und Kofferaufbauten gedacht. Die Eignung für andere An- und Aufbauten ist zwar nicht ausgeschlossen, jedoch ist zu überprüfen, ob beim Aufbau von Arbeitsgeräten und -maschinen, Hebezeugen, Tankaufbauten usw. eine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Holzbeilagen und elastische Beilagen zwischen Rahmen und Hilfsrahmen oder Rahmen und Aufbau sind nicht zulässig (siehe Bild 64).

Begründete Ausnahmen sind möglich, wenn durch Abteilung SMTSE-ESC eine schriftliche Genehmigung erteilt werden kann (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).



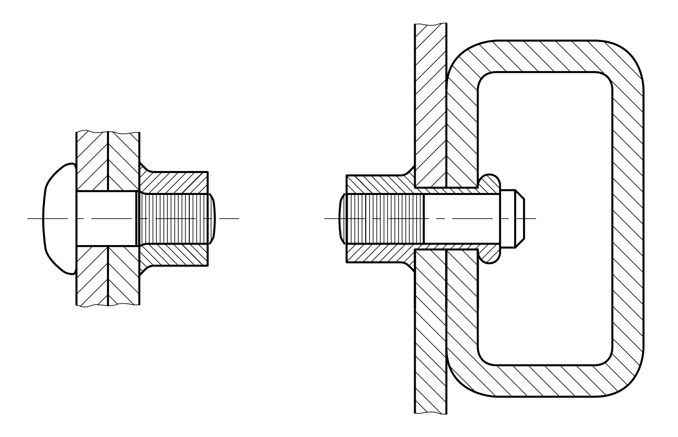
Bild 64: Elastische Beilagen ESC-026



5.3.5 Schraub- und Nietverbindungen

Zulässig sind Schraubverbindungen mindestens Festigkeitsklasse 10.9 mit mechanischer Losdrehsicherung, Schraubverbindungen siehe auch Kapitel 4.3 in diesem Heft. Ebenfalls möglich ist auch die Verwendung von hochfesten Nieten (z.B. Huck®-BOM oder Schließringbolzen) mit Verarbeitung nach Herstellervorgaben.
Die Nietverbindung muss hinsichtlich Ausführung und Festigkeit mindestens der Schraubverbindung entsprechen.

Bild 65: Nietverbindung bei offenen und bei geschlossenen Profilen ESC-157

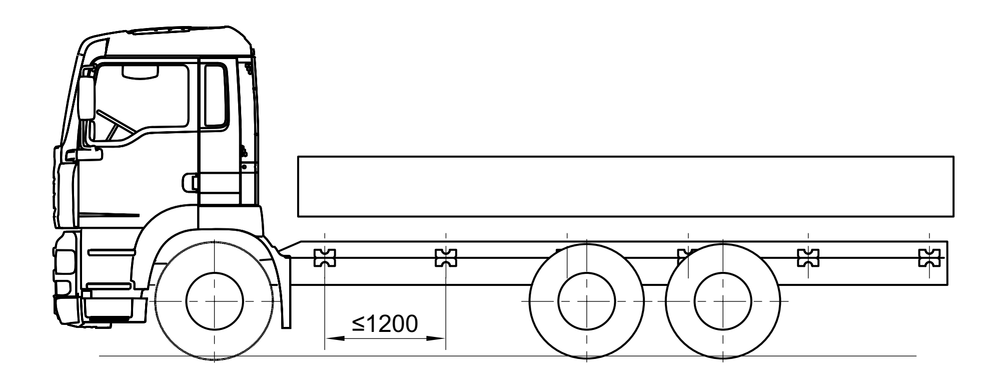




5.3.6 Schubweiche Verbindung

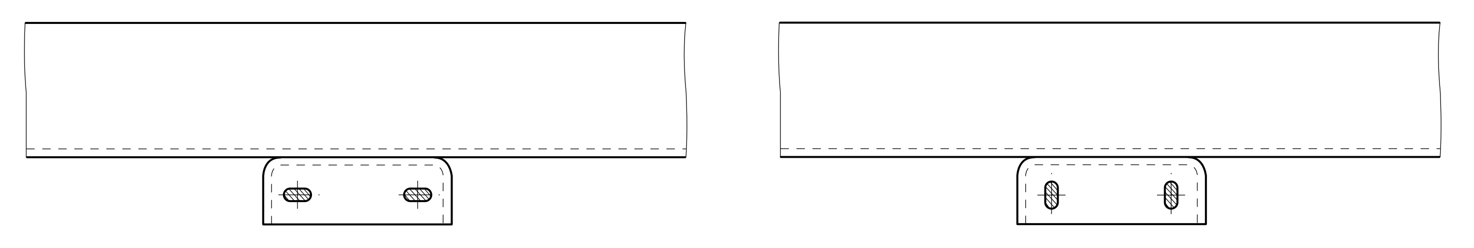
Schubweiche Verbindungen sind kraft-/ reibschlüssig. Eine Relativbewegung zwischen Rahmen- und Hilfsrahmen ist bedingt möglich. Alle Aufbauten oder Hilfsrahmen, die durch Befestigungswinkel mit dem Fahrzeugrahmen verschraubt werden, sind schubweiche Verbindungen. Auch wenn Schubbleche verwendet werden sind diese Verbindungselemente als schubweich zu betrachten, wenn sie nicht den Bedingungen einer schubstarren Verbindung genügen (siehe Kapitel 5.3.7 weiter unten).
Bei einer schubweichen Verbindung sind zunächst die am Fahrgestell vorgesehenen Befestigungspunkte zu verwenden.
Sind diese nicht ausreichend oder aus konstruktiven Gründen nicht verwendbar, dann sind zusätzliche Befestigungen an geeigneten Stellen vorzusehen.
Bei zusätzlich erforderlichen Rahmenbohrungen ist Kapitel 4.3 zu beachten.
Die Anzahl der Befestigungen ist so zu wählen, dass der Mittenabstand zwischen den Befestigungspunkten 1.200mm nicht überschreitet (siehe Bild 66).

Bild 66: Abstand Hilfsrahmenbefestigungen ESC-100



Werden MAN-Befestigungswinkel lose oder am Fahrzeug mitgeliefert, entbindet dies den Aufbauhersteller nicht von der Pflicht zu prüfen, ob Anzahl und Anordnung (vorhandene Rahmenbohrungen) für seinen Aufbau richtig bzw. ausreichend sind.
Die Befestigungswinkel an MAN-Fahrzeugen sind mit Langlöchern versehen, die in Fahrzeuglängsrichtung weisen (siehe Bild 67).
Sie gleichen Toleranzen aus und lassen bei schubweichen Verbindungen die unvermeidbare Längsbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen bzw. zwischen Rahmen und Aufbau zu. Zum Ausgleich der Breitenabstandsmaße können die Befestigungswinkel des Hilfsrahmens ebenfalls mit Langlöchern versehen werden, die dann quer zur Fahrzeuglängsrichtung angeordnet sein müssen.

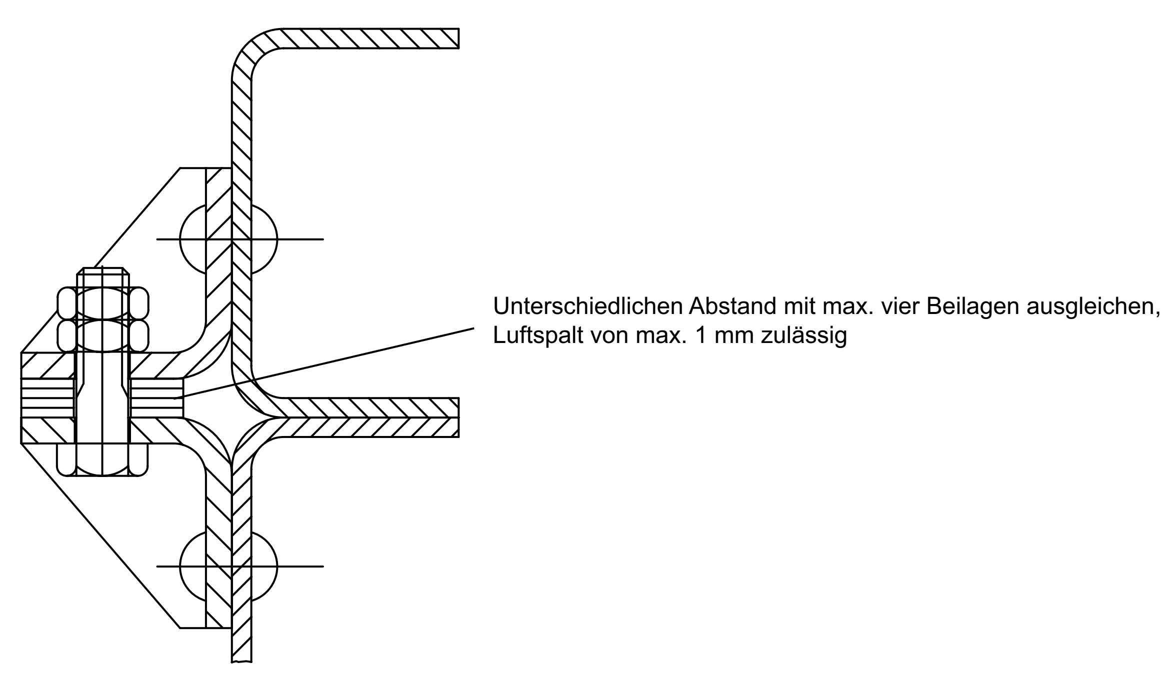
Bild 67: Befestigungswinkel mit Langlöchern ESC-038



Befestigungswinkel am Rahmen | Befestigungswinkel am Hilfsrahmen

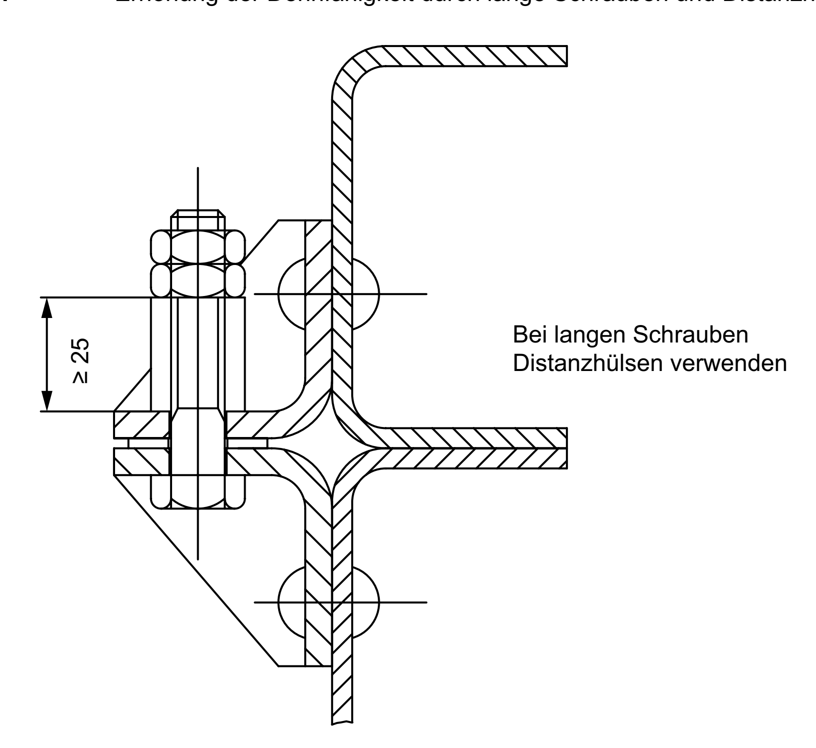
Der unterschiedliche Abstand zwischen den Befestigungswinkeln von Rahmen und Hilfsrahmen ist durch Einfügen von Beilagen mit entsprechender Dicke auszugleichen (siehe Bild 68). Die Beilagen müssen aus Stahl sein, wobei Qualität S235JR (= St37-2) ausreicht. Mehr als vier Beilagen an einer Befestigungsstelle sind zu vermeiden.

Bild 68: Beilagen zwischen Befestigungswinkeln ESC-628



Besteht die Gefahr, dass Befestigungsschrauben sich lockern, dann sind Schrauben mit einer Länge von ca.100 mm bis 120 mm zu verwenden. Dies mindert die Lockerungsgefahr, da entsprechend lange Schrauben eine höhere elastische Dehnfähigkeit aufweisen. Bei langen Schrauben sind in Verbindung mit normalen Befestigungswinkeln Distanzhülsen beizufügen (siehe Bild 69).

Bild 69: Erhöhung der Dehnfähigkeit durch lange Schrauben und Distanzhülsen ESC-635



Weitere mögliche schubweiche Befestigungen (z.B. Bridenbefestigung) siehe Bilder 70 und 71.

Bild 70: Lange Schrauben und Tellerfedern ESC-101

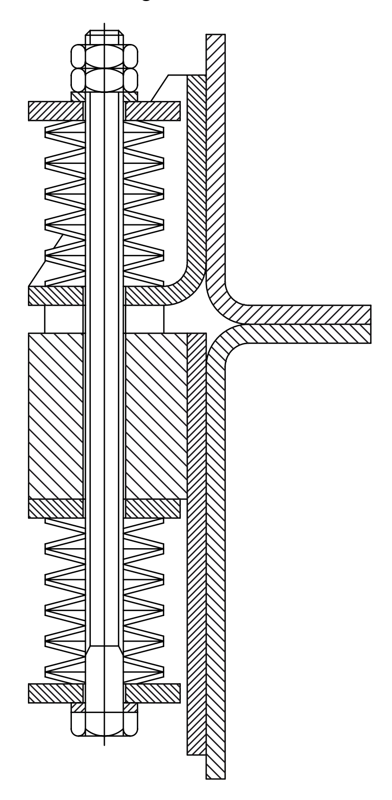
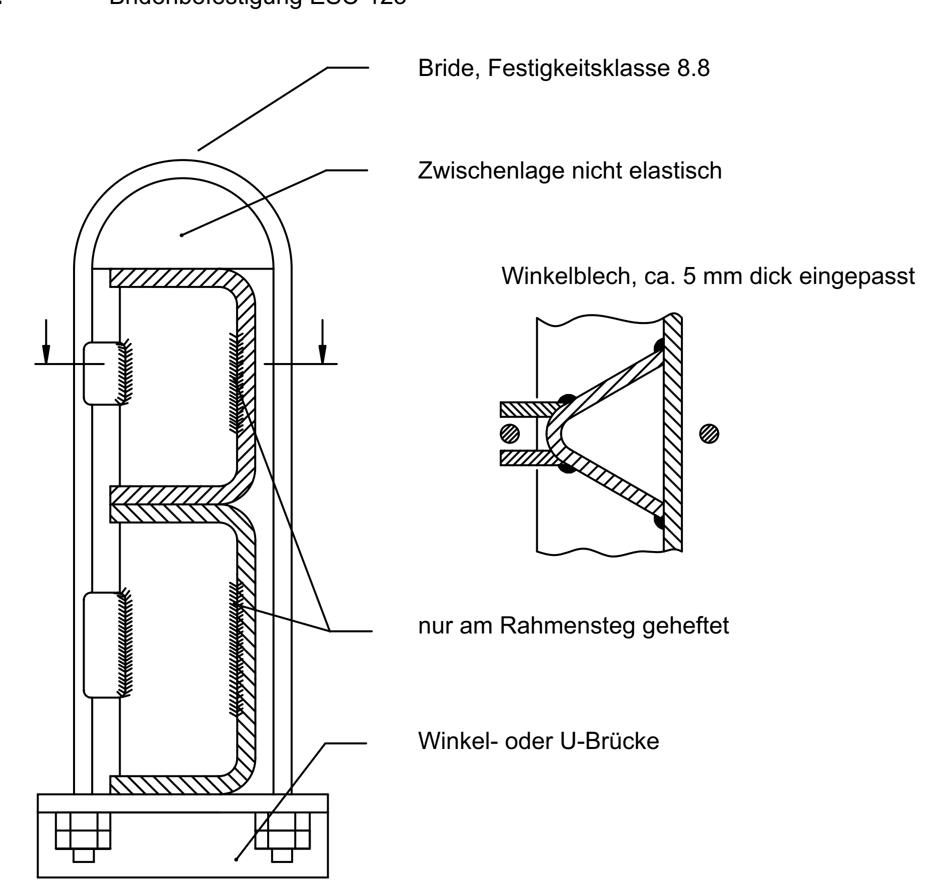


Bild 71: Bridenbefestigung ESC-123

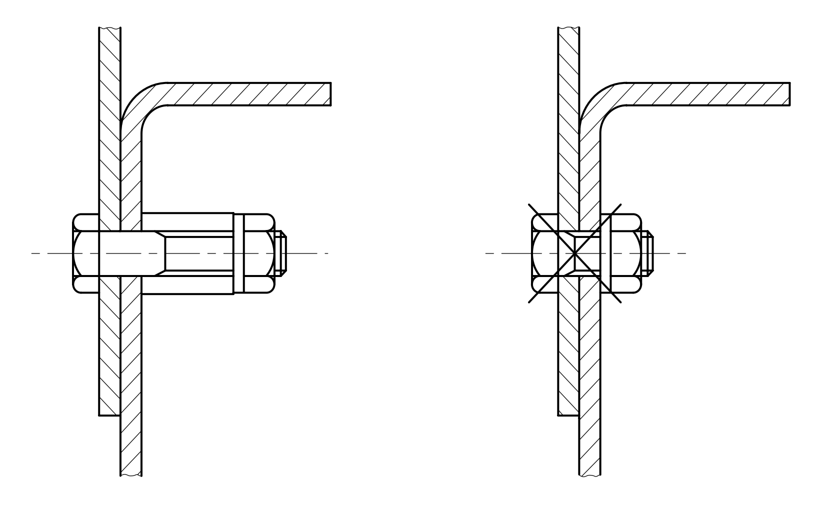


5.3.7 Schubstarre Verbindung

Bei schubstarren Verbindungen ist eine Relativbewegung zwischen Rahmen und Hilfsrahmen nicht mehr möglich. Der Hilfsrahmen folgt also allen Bewegungen des Rahmens. Ist die schubstarre Verbindung einwandfrei, dann werden Rahmen- und Hilfsrahmenprofil im Bereich der schubstarren Verbindung bei der Berechnung als ein einziges Profil betrachtet. Ab Werk gelieferte Befestigungswinkel sind wie andere Verbindungen die auf Kraft/ Reibschluss wirken keine schubstarre Verbindung. Nur formschlüssige Verbindungsmittel sind schubstarr.

Formschlüssige Verbindungsmittel sind Niete oder Schrauben. Schrauben jedoch nur dann, wenn ein Lochspiel von ≤ 0,2 mm eingehalten wird. Für schubstarre Verbindungen sind Schaftschrauben vorzusehen.
Die Mindestqualität ist 10.9. Die Lochwandung darf nicht mit den Schraubengewindegängen in Berührung kommen (siehe Bild 72).

Bild 72: Berührung Schraubengewinde an Lochwandung ESC-029

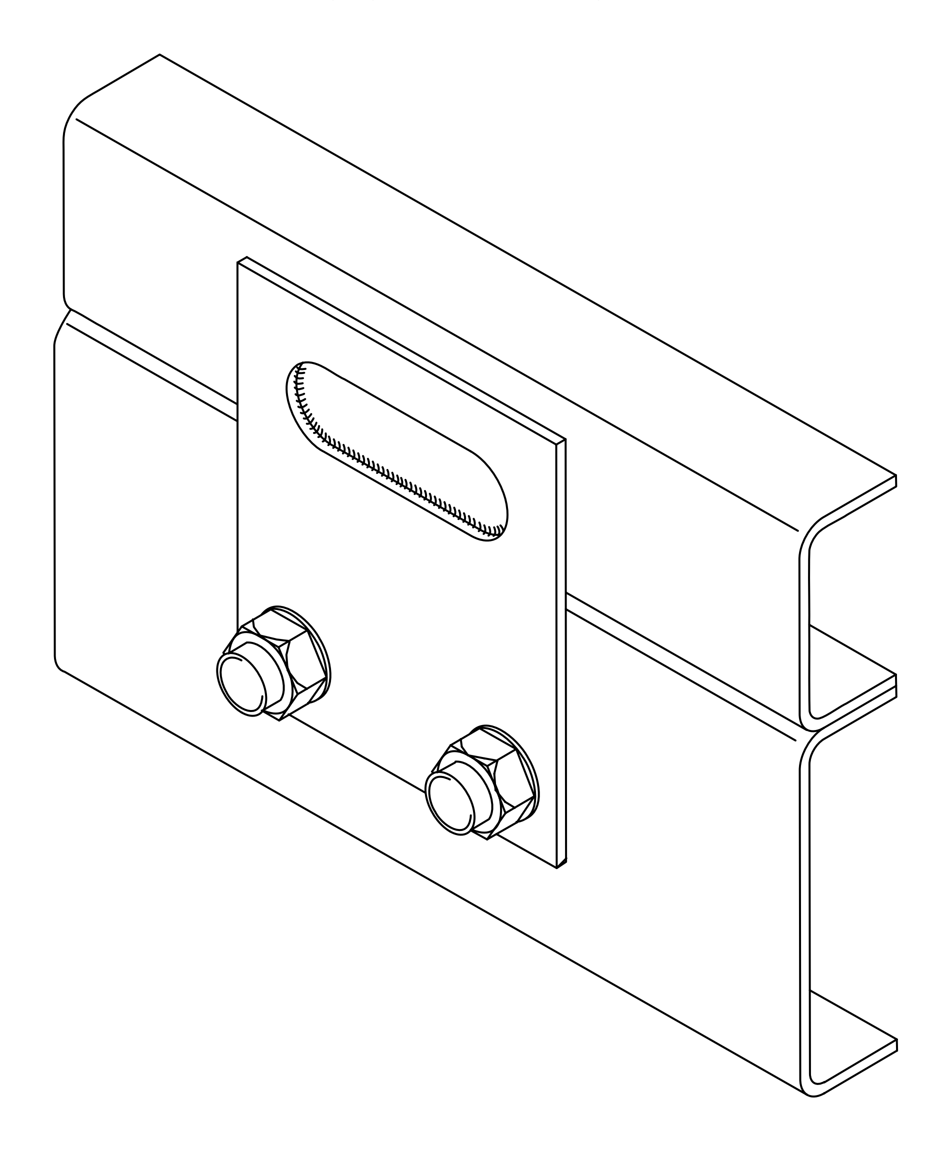


Aufgrund der meist geringen erforderlichen Klemmlänge können Distanzhülsen wie in Bild 73 zur Anwendung kommen.

Bild 73: Schubblechmontage ESC-037, ESC-019



Bild 74: Hilfsrahmenbefestigung mit Lochschweißung ESC-025



Schubbleche können pro Rahmenseite aus einem Stück bestehen, einzelne Schubbleche sind jedoch vorzuziehen.
Die Schubblechdicke soll der Rahmenstegdicke entsprechen, eine Toleranz von +1 mm ist zulässig.
Um den Rahmen in seiner Verwindungsfähigkeit möglichst wenig zu beeinträchtigen, sind Schubbleche nur dort anzubringen, wo sie unbedingt erforderlich sind. Beginn, Ende sowie die erforderliche Länge einer schubstarren Verbindung sind rechnerisch bestimmbar. Der Berechnung entsprechend ist die Befestigung auszulegen. Für die übrigen Befestigungspunkte außerhalb des definierten schubstarren Bereichs können schubweiche Befestigungen gewählt werden.



5.4 Aufbauten

5.4.1 Aufbauprüfung

Eine Aufbauprüfung ist mit folgender schriftlicher Genehmigung durch MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) dann erforderlich, wenn von dieser Aufbaurichtlinie abgewichen wird und die Abweichung technisch notwendig sowie begründbar ist. Zur Berechnung wird eine prüffähige Aufbaudokumentation in zweifacher Ausfertigung benötigt.
Diese Dokumentation muss neben der Aufbauzeichnung enthalten:

→ Kennzeichnung der Abweichungen von den Aufbaurichtlinien in allen Unterlagen!

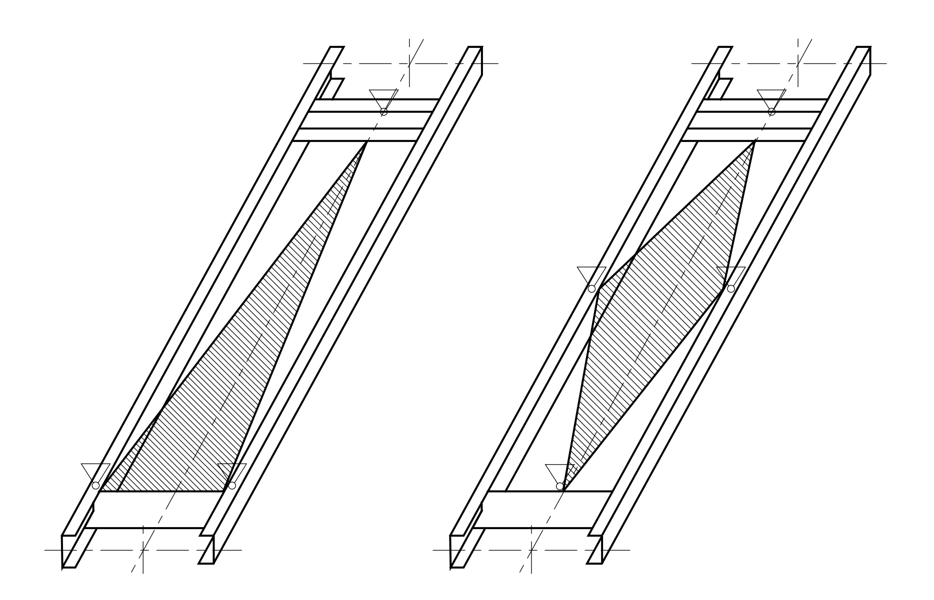
- Lasten und deren Lastangriffspunkte:
  - Kräfte aus dem Aufbau
  - Achslastberechung
- besondere Einsatzbedingungen:
- Hilfsrahmen:
  - Werkstoff und Querschnittswerte
  - Maße
  - Profilart
  - Querträgeranordnung im Hilfsrahmen
  - Besonderheiten der Hilfsrahmengestaltung
  - Querschnittsänderungen
  - zusätzliche Verstärkungen
  - Kröpfungen etc.
- Verbindungsmittel:
  - Positionierung (bezogen auf das Fahrgestell)
  - Art
  - Größe
  - Anzahl.

Fotos, 3D-Abbildungen, perspektivische Darstellungen können zur Verdeutlichung herangezogen werden, ersetzen jedoch nicht die vorgenannten verbindlichen Dokumente.

5.4.2 Pritschen- und Kofferaufbauten

Zur gleichmäßigen Belastung des Fahrgestells erfolgt die Aufbaubefestigung in der Regel über einen Hilfsrahmen.
Schon bei der Bemessung des Aufbaus ist auf Freigängigkeit der Räder auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand des Fahrgestells zu achten. Zusätzlicher Platzbedarf z.B. für Gleitschutzketten, Seitenneigung des Fahrzeuges, Achsverschränkung sind zu berücksichtigen. Klappbare Bordwände dürfen auch im abgesenkten/ voll eingefederten Zustand nicht auf der Fahrbahn aufstehen. Der Aufbau muss verwindungsfrei auf den Rahmenlängsträgern aufliegen.
Geschlossene Aufbauten wie z.B. Koffer sind gegenüber dem Fahrgestellrahmen relativ torsionsstarr ausgeführt.
Damit die gewünschte Rahmenverwindung (z.B. bei Kurvenfahrt) durch den Aufbau nicht behindert wird, soll die Aufbaubefestigung am vorderen Aufbauende verdrehweich und hinten starr erfolgen.
Dieses Prinzip gilt besonders, wenn das Fahrzeug geländegängig sein soll.
Wir empfehlen für diesen Fall die Aufbaubefestigung mit Dreipunkt- oder Rautenlagerung (Lagerungsprinzip siehe Bild 75).

Bild 75: Lagermöglichkeit verwindungssteifer Aufbauten gegenüber verdrehweichem Fahrgestell mit Dreipunkt- und Rautenlagerung ESC-158



5.4.3 Ladebordwand

Voraussetzungen

Vor dem Anbau einer Ladebordwand (auch Hubladebordwand, Hubladebühne, Ladebühne) ist die Verträglichkeit mit der Fahrzeugauslegung, dem Fahrgestell und dem Aufbau zu prüfen.

Die Montage einer Ladebordwand beeinflusst:

- Gewichtsverteilung
- Aufbau- und Gesamtlänge
- Rahmendurchbiegung
- Hilfsrahmendurchbiegung
- Verbindungsart Rahmen/ Hilfsrahmen
- das elektrische Bordnetz (Batterie, Generator, Verkabelung).

Der Aufbauhersteller muss:

- eine Achslastberechnung erstellen.
- die vorgeschriebene Mindestvorderachslast einhalten (siehe Kapitel ‚Allgemeines' Abschnitt 3.2. ‚Mindestvorderachslast').
- eine Überlastung der Achsen vermeiden.
- falls notwendig, Aufbaulänge und hinteren Überhang kürzen oder den Radstand verlängern.
- die Standsicherheit prüfen.
- den Hilfsrahmen samt Verbindung zum Rahmen (schubweich, schubstarr) auslegen, siehe Abschnitt „Hilfsrahmen festlegen" in diesem Kapitel
- Batterien mit ausreichender Kapazität ≥ 175 Ah, besser 225 Ah und Generator ausreichender Leistung vorsehen (mindestens 28 V 80 A, besser 28 V 110 A). Bezugsmöglichkeit besteht bereits als Sonderausstattung ab Werk.

- elektrische Schnittstelle für Ladebordwand vorsehen (als Sonderausstattung ab Werk erhältlich, Schaltpläne/ Pinbelegung siehe Abschnitt elektrischer Anschluß) und den Anschluss an dieser Schnittstelle vornehmen.
- die Vorschriften beachten z. B.:
  - EG-Richtlinie-Maschinen (konsolidierte Fassung der Richtlinie 89/392/EWG: 98/37/EG)
  - Unfallverhütungsvorschrift (UVV)
  - einen Unterfahrschutz nach EG-Richtlinie 70/221/EWG /ECE-R 58 anbauen
  - genehmigte Beleuchtungseinrichtungen nach 76/756/EWG anbauen (in Deutschland sind zusätzlich nach §53b Absatz 5 StVZO für Hubladebühnen gelbe Blinkleuchten und retroreflektierende rot-weiße Warnmarkierungen bei Betrieb der Ladebordwand vorgeschrieben)

Hilfsrahmen festlegen

Die Hilfsrahmentabellen gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Einhaltung der Mindestvorderachslast nach Kapitel ‚Allgemeines' Abschnitt 3.2
- keine konstruktive Überlastung der Hinterachse(n)
- Zusätzlich zur Ladebordwand vorkommende Stützlasten sind bei der Prüfung von Mindestvorderachslast und max. Hinterachslast dem Zugfahrzeug zuzuschlagen.
- Fahrzeuge mit liftbaren Achsen müssen die Liftachse bei Betrieb der Ladebordwand absenken.
- Einhaltung der angegeben Überhanggrenzen hinsichtlich des max. Fahrzeugüberhangs.

Die Tabellenwerte stellen die Eckwerte dar, für die aus Festigkeits-/ Durchbiegungsgründen keine Abstützungen erforderlich sind.
Sie sind erst erforderlich, wenn:

  - die in den Tabellen angegeben Grenzen der Ladebordwandtragkraft überschritten werden
  - die Standsicherheit Abstützungen erforderlich macht.

Werden Abstützungen- obwohl nicht erforderlich - angebaut, hat dies keinen Einfluss auf die Größe des verlangten Hilfsrahmens.
Das Anheben des Fahrzeuges mit den Abstützungen ist nicht zulässig, weil daraus Rahmenschäden entstehen.

Die Tabellen sind nach Tonnageklasse, Variantenbeschreibung, Federungsart und Radstand aufsteigend sortiert, wobei die Variantenbeschreibungen (z.B. TGA 18.xxx 4x2 BB, TGA 26.xxx 6x2-2) als Orientierungshilfe zu sehen sind, verbindlich sind die 3-stelligen Typnummern auch Typschlüsselnummern genannt (Erklärung siehe Kapitel ‚Allgemeines'), die sich in der Grundfahrzeugnummer an 2.-4. Stelle und in der Fahrzeugidentifizierungsnummer an 4. - 6. Stelle wieder finden. Sämtliche sonstige technische Unterlagen, z.B. Fahrgestellzeichnungen, Aufbaurichtlinien beziehen sich auf die Typnummer.

Beim Überhang ist - immer bezogen auf Radmitte letzter Achse - sowohl der Rahmenüberhang des serienmäßigen Fahrgestells als auch der gesamte maximale Fahrzeugüberhang angegeben (einschließlich Aufbau und Ladebordwand, siehe Bild 76) der nach Montage der Ladebordwand nicht überschritten werden darf. Reicht der vorgegebene maximale Fahrzeugüberhang nicht aus, gelten die Hilfsrahmendaten der Folgezeilen bei dem die ≤ - Bedingung erfüllt ist (außer Beginn der schubstarren Verbindung, die sich nur auf den Radstand bezieht).

Die Hilfsrahmen in den Tabellen sind Beispiele, so ist z.B. **U120/60/6** ein zur Innenseite offenes **U**-Profil der Außenhöhe **120** mm, oben und unten **60** mm breit und im ganzen Querschnitt **6** mm dick.
Andere Stahlprofile sind zulässig, wenn sie mindestens gleiche Werte hinsichtlich des Flächenträgheitsmoments I_x, der Widerstandsmomente W_{x1}, W_{x2} und der Streckgrenze $\sigma_{0,2}$ haben.

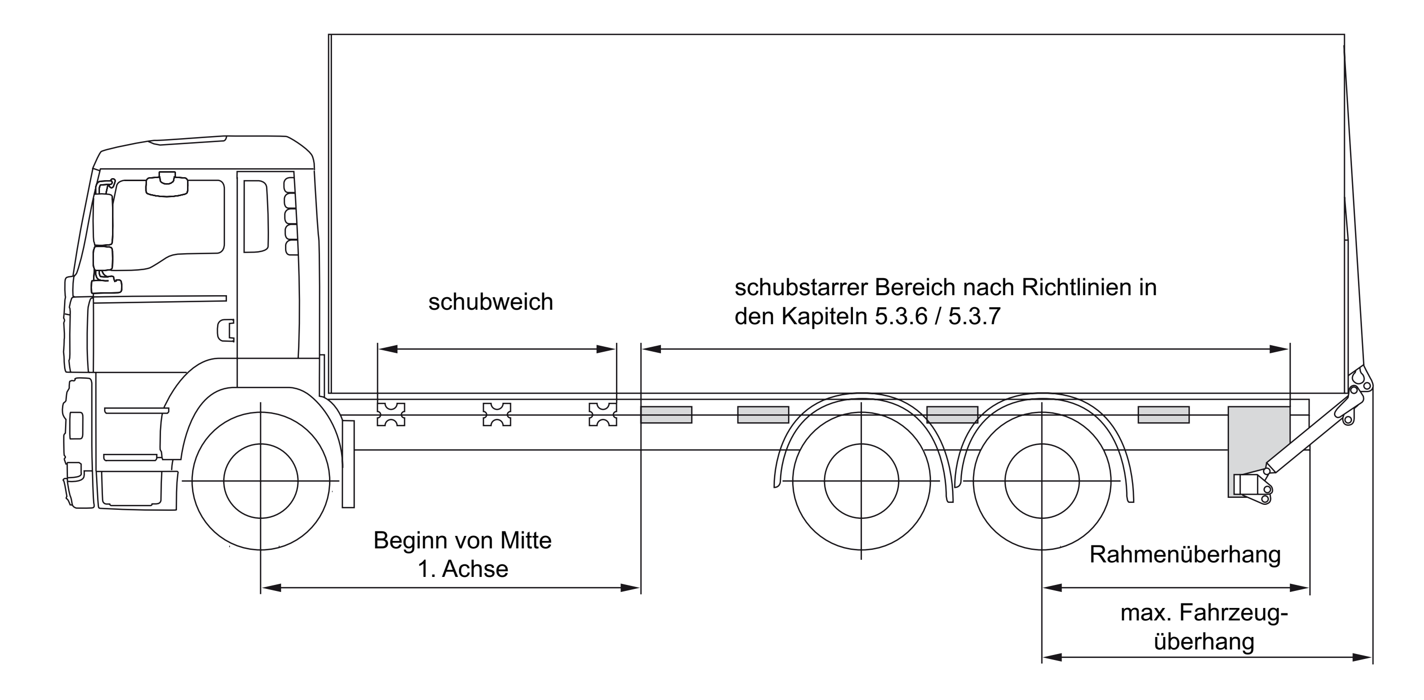


Tabelle 19: Technische Daten Hilfsrahmenprofile

Profil	Höhe	Breite	Dicke	I_x	W_{x1}, W_{x2}	$\sigma_{0,2}$	σ_B	Masse
U100/50/5	100 mm	50 mm	5 mm	136 cm^4	27 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	7,2 kg/m
U100/60/6	100 mm	60 mm	6 mm	182 cm^4	36 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	9,4 kg/m
U120/60/6	120 mm	60 mm	6 mm	281 cm^4	47 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	10,4 kg/m
U140/60/6	140 mm	60 mm	6 mm	406 cm^4	58 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	11,3 kg/m
U160/60/6	160 mm	60 mm	6 mm	561 cm^4	70 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	12,3 kg/m
U160/70/7	160 mm	70 mm	7 mm	716 cm^4	90 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	15,3 kg/m
U180/70/7	180 mm	70 mm	7 mm	951 cm^4	106 cm^3	355 N/mm^2	520 N/mm^2	16,3 kg/m

Falls ausreichend, ist der schubweiche Aufbau des Hilfsrahmens mit dem Kennzeichen **w** angegeben, beim teilweise schubstarren Aufbau (Kennzeichen **s**) sind die Anzahl der Schraubverbindungen, die Schweißnahtlänge - jeweils pro Rahmenseite - und der Beginn der schubstarren Verbindung von Mitte 1. Achse angegeben (siehe Bild 76). Hinsichtlich der schubstarren bzw. teilweise schubstarren Verbindung gelten die Bedingungen des Kapitels 5.3.7 ‚Aufbauten'.

Bild 76: Ladebordwandanbau: Überhangmaße, Maße bei teilweise schubstarrer Verbindung ESC-633



Tabellen 20: Hilfsrahmen und Montageart

TGA 18.xxx Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

H02 H03	**TGA 18.xxx 4x2 BB (Blatt - Blatt)**							
Rad-stand	Serien-Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	LBW Nutzlast	Min. Hilfsrahmen	Verbind-ungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
						Schrauben Bohr. Ø16+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 4.800		≤ 2.800	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
5.100	2.900	≤ 3.000	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.950
5.500	3.200	≤ 3.300	≤ 15,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.200
			30,0	U 100/50/5	s	16	800	3.200
5.900	3.400	≤ 3.500	≤ 10,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	650	3.400
			30,0	U 100/50/5	s	18	850	3.400
6.300	3.700	≤ 3.750	≤ 10,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.650
			30,0	U 120/60/6	s	20	800	3.650
6.700	3.400	≤ 4.000	≤ 7,5	U 100/50/5	s	10	450	3.850
			10,0	U 100/50/5	s	12	550	3.850
Achtung: Ges.länge >12 Meter			15,0	U 100/50/5	s	14	650	3.850
			20,0	U 100/50/5	s	16	750	3.850
			30,0	U 140/60/6	s	24	950	3.850
H01, H08, H12, H13 Sattelzugmaschinen - kein Umbau zu Bauart Lkw mit Ladebordwand zulässig								

Maße in mm, Lasten in kN

TGA 18.xxx Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

H05 H06 H09 H10 H14 H15	TGA 18.xxx 4x2 BL / LL / LL-U (Blatt - Luft / Luft-Luft / Luft-Luft mit niedriger Bauart)							
Rad-stand	Serien-Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	LBW Nutzlast	Min. Hilfsrahmen	Verbind-ungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
						Schrauben Bohr. Ø16+0,2	Schweiß-nahtlänge	
≤ 4.200		≤ 2.350	≤ 30,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
4.500	2.350	≤ 2.600	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	700	2.600
4.800	2.500	≤ 2.800	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.750
5.100	2.900	≤ 3.000	≤ 15,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	550	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	16	750	2.950
5.300	2.900	≤ 3.000	≤ 10,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
H14 H15			15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	550	3.050
			30,0	U 100/50/5	s	18	800	3.050
5.500	3.200	≤ 3.200	≤ 10,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.200
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	3.200
			30,0	U 120/60/6	s	20	800	3.200
5.900	3.400	≤ 3.500	≤ 7,5	kein Hilfsrahmen erforderlich				
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	450	3.400
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.400
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.400
			30,0	U 120/60/6	s	20	750	3.400
6.300	3.700	≤ 3.750	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	400	3.650
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	10	450	3.650
			15,0	U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.650
			30,0	U 140/60/6	s	20	800	3.650
6.700	3.400	≤ 4.000	≤ 10,0	U 100/50/5	s	12	550	3.850
			15,0	U 120/60/6	s	16	600	3.850
Achtung: Ges.länge > 12 Meter			20,0	U 120/60/6	s	18	700	3.850
			30,0	U 160/70/7	s	24	800	3.850



TGA 24.xxx 6x2

Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

H44 H45	**TGA 24.xxx 6x2-2 / 6x2-4 LL-U (Luft-Luft mit niedriger Bauart)**							
Rad-stand	Serien-Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	LBW Nutzlast	Min. Hilfsrahmen	Verbind-ungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
						Schrauben Bohr. Ø16+0,2	Schweiß-nahtlänge	
4.500	2.050	≤ 2.450	≤ 7,5	kein Hilfsrahmen erforderlich				
+ 1.350			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	600	3.400
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.400
			20,0	U 100/50/5	s	14	800	3.400
			30,0	U 120/60/5	s	20	900	3.400
4.800	2.150	≤ 2.650	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
+ 1.350				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.550
			15,0	U 100/50/5	s	14	750	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	16	850	3.550
			30,0	U 140/60/6	s	22	1.000	3.550

Maße in mm, Lasten in kN



TGA 26.xxx 6x2 Verbindungsart: **w** = schub**w**eich **s** = schub**s**tarr

H16 H17 H18 H19 H20 H21	**TGA 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL / LL (Blatt - Luft / Luft-Luft)**							
Rad-stand	Serien-Rahmen-überhang	max. Fahrzeug-überhang	LBW Nutzlast	Min. Hilfsrahmen	Verbind-ungsart	je Rahmenseite ≥		Beginn von Mitte 1. Achse ≤
						Schrauben Bohr. Ø16+0,2	Schweiß-nahtlänge	
3.900	1.950	≤ 1.950	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
+ 1.350			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	750	3.050
4.200	2.150	≤ 2.200	≤ 20,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
+ 1.350			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	800	3.200
4.500	2.400	≤ 2.450	≤ 10,0	kein Hilfsrahmen erforderlich				
+ 1.350			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.400
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	700	3.400
			30,0	U 100/50/5	s	16	850	3.400
4.800	2.600	≤ 2.650	≤ 7,5	kein Hilfsrahmen erforderlich				
+ 1.350			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	3.550
			30,0	U 120/60/6	s	18	850	3.550
5.100	2.800	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
+ 1.350				U 100/50/5	s	10	500	3.700
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	10	550	3.700
			15,0	U 100/50/5	s	12	650	3.700
			20,0	U 100/50/5	s	14	750	3.700
			30,0	U 120/60/6	s	20	850	3.700
5.500	3.100	≤ 3.200	≤ 7,5	U 100/50/5	s	10	550	3.950
+ 1.350			10,0	U 100/50/5	s	12	650	3.950
			15,0	U 100/50/5	s	14	700	3.950
			20,0	U 120/60/6	s	16	750	3.950
			30,0	U 160/60/6	s	22	950	3.950
5.900	2.900	≤ 3.500	≤ 7,5	U 100/50/5	s	12	650	4.200
+ 1.350			10,0	U 120/60/6	s	14	650	4.200
Achtung: Ges.länge >12 Meter			15,0	U 140/60/6	s	18	750	4.200
			20,0	U 160/60/6	s	20	850	4.200
			30,0	U 180/70/7	s	26	950	4.200

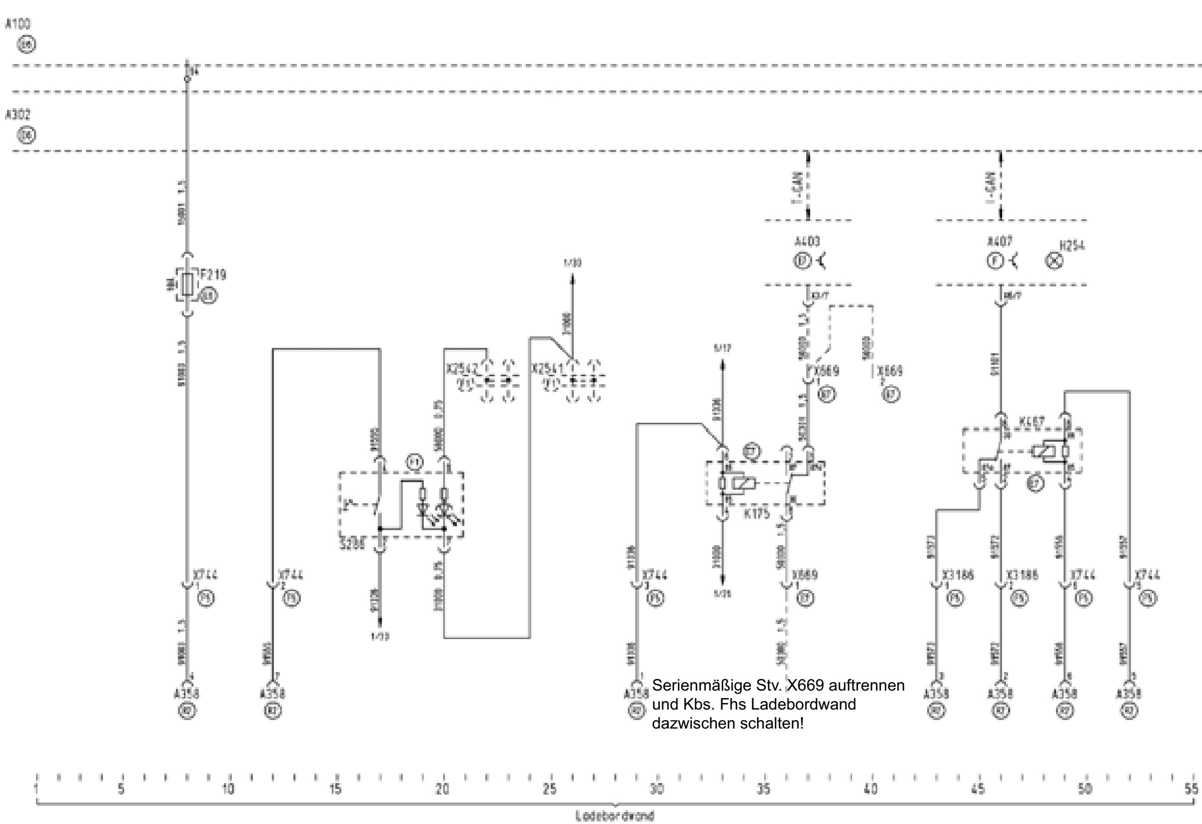
Maße in mm, Lasten in kN



Elektrischer Anschluss

Elektrohydraulische Ladebordwände erfordern eine gewissenhafte Auslegung der elektrischen Versorgung. Die Anwendung der Hinweise im Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' der Aufbaurichtlinien werden vorausgesetzt. Die elektrische Schnittstelle für Ladebordwand ist idealerweise ab Werk vorzusehen (umfasst Schalter, Kontrollleuchte, Anlasssperre und Stromversorgung für Ladebordwand). Eine Nachrüstung ist aufwendig und bedingt einen Eingriff in das Fahrzeugbordnetz, der nur von entsprechend geschulten Mitarbeitern der MAN-Servicestellen durchgeführt werden soll. Die werkseitig eingebaute Transportsicherung ist zu entfernen. Der Aufbauhersteller hat die Verschaltung der Ladebordwand auf deren Eignung für MAN-Fahrzeuge zu prüfen.
Die Ansteuerung der Schnittstelle A358 darf im Normalbetrieb nur mit 24V Dauersignalen – nicht mit Blinkimpulsen – erfolgen.
Im Störungsfall darf das Relais K467 kurzfristig mit einem getakteten Signal beaufschlagt werden.
Anschluss an die Schnittstelle Elektrik für Hubladebordwand, siehe nachfolgender Zusatzschaltplan.

Bild 77: Zusatzschaltplan Ladebordwand für TG MAN-Nr. 81.99192.1920



Legende

A100 255 Zentralelektrik
A302 352 Zentralrechner 2
A358 Steuergerät Ladebordwand
A403 339 Fahrzeugführungsrechner
A407 342 Instrumentierung

F219 118 Sicherung Ladebordwand (Kl. 15)

H254 Kontrollleuchte Ladebordwand

K175 281 Relais Startsperre
K467 281 Relais Ladebordwand

S286 547 Schalter Ladebordwand

X669 Stv. Anlassersperre
X744 Stv. Ladebordwand
X2541 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.31000
X2542 246 Potentialverteiler 21-pol. Ltg.58000
X3186 Stv. Ladebordwand

Leitungen 91003, 91336, 91555, 91556, 91557, 91572 und 91573 führen zu 7-poligem Buchsengehäuse ans Rahmenende (eingerollt).



5.4.4 Wechselbehälter

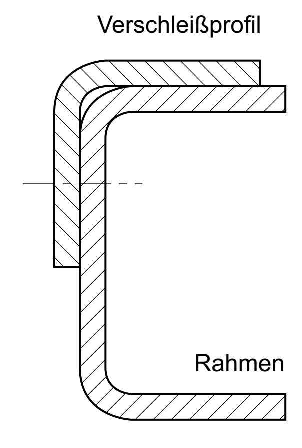
MAN-Wechselbrückentraggestell: Im TGA Programm sind vollluftgefederte Fahrzeuge vorhanden, die ab Werk mit einem Traggestell für Wechselbehälter geliefert werden können. Anschlussmaße und Zentriereinrichtungen entsprechen EN 284.
CAD-Zeichnungen der MAN Wechselbrückentraggestelle sind in MANTED® in einem eigenen Modul abrufbar.
Container und Wechselbrücken, die den Anforderungen der EN 284 entsprechen, sind auf o.g. Fahrzeuge aufsetzbar.
Die uneingeschränkte Verwendung der serienmäßigen Aufnahmen ist jedoch nicht möglich, wenn andere Aufbauten zur Anwendung kommen. Versetzte Auflagepunkte oder andere Abmessungen sind nur dann zulässig, wenn dies von MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) genehmigt wurde. Die Mittelauflagen nicht entfernen, sie sind unbedingt zu benutzen!
Der Aufbau muss auf deren ganzer Länge aufliegen. Ist dies aus konstruktiven Gründen nicht möglich, dann ist ein ausreichend dimensionierter Hilfsrahmen vorzusehen. Aufnahmen für Wechselbehälter sind nicht zur Aufnahme von Kräften geeignet, die durch Arbeitsmaschinen und Punktlasten entstehen. So müssen z.B. für den Aufbau von Betonmischern, Kippern, Sattelhilfsrahmen mit Sattelkupplungen usw. andere Befestigungen und Aufnahmen verwendet werden.

Die Eignung für diesen Zweck ist durch den Aufbauhersteller nachzuweisen.

Andere Wechseleinrichtungen: Wechselbehälter sollen auf ganzer Rahmenlänge auf der Rahmenoberseite aufliegen.
Auf einen Hilfsrahmen kann dann verzichtet werden, wenn die Forderungen im nächsten Abschnitt 5.4.5 selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen‘ eingehalten werden.

Die Rahmenlängsträger sind jedoch vor Verschleiß zu schützen (z.B. mit Verschleißprofil nach Bild 78).
Die Verwendung von Werkstoffen mit einer Streckgrenze $\sigma_{0,2} \leq 350$ N/mm² ist als Verschleißprofil möglich, nicht jedoch als Hilfsrahmen.
Ein Verschleißprofil kann die Funktion eines Hilfsrahmens nur dann übernehmen, wenn die Eignung rechnerisch nachgewiesen wird.

Bild 78: Verschleißprofil bei Wechselbehälter ESC-121



5.4.5 Selbsttragende Aufbauten ohne Hilfsrahmen

Ein Hilfsrahmen ist eventuell nicht erforderlich, wenn:

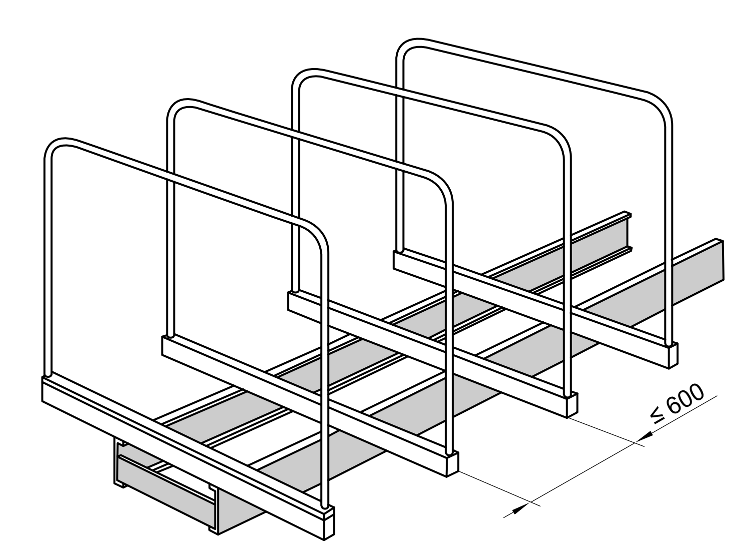
- ein ausreichendes Widerstandsmoment (beeinflusst die Biegespannung) und
- ein ausreichendes Flächenträgheitsmoment (beeinflusst die Durchbiegung) und
- ein selbsttragender Aufbau

gegeben sind.

Voraussetzung ist für Fahrzeuge die nach dieser Richtlinie einen Hilfsrahmen brauchen eine schriftliche Genehmigung durch MAN, Abteilung SMTSE-ESC, (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“)

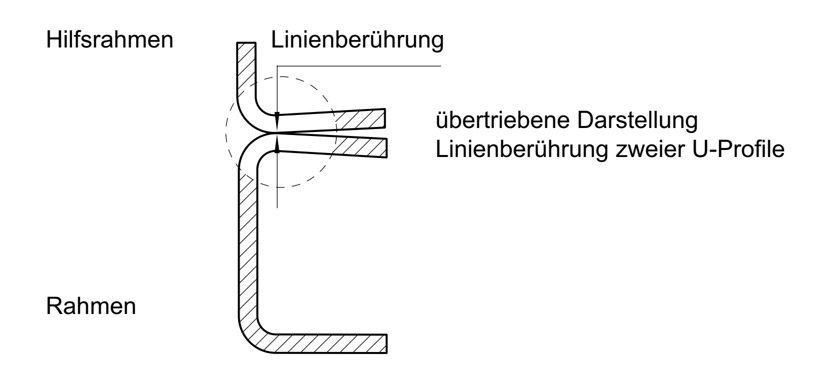
Hinweise zum hilfsrahmenlosen Aufbau:
Die Querträgerabstände des Aufbaus dürfen nicht mehr als 600 mm betragen (siehe Bild 79).
Im Bereich der Hinterachse ist eine Überschreitung des Maßes von 600 mm zulässig.

Bild 79: Querschwellerabstand bei Entfall Hilfsrahmen ESC-001



Die rahmenseitigen Auflagen des Aufbaus müssen die aufgrund der „Hertz‘schen Flächenpressung“ ermittelbaren Mindestlängen aufweisen. Dabei ist von der „Linienberührung zweier Zylinder“ auszugehen und nicht von der „Linienberührung Zylinder auf Ebene“.
Bild 80 stellt eine übertrieben dargestellte Verformung von zwei aufeinander liegenden U-Profilen dar.
Ein Berechnungsbeispiel ist im Kapitel 9 ‚Berechnungen‘ zu finden.

Bild 80: Verformung zweier U-Profile ESC-120





Schwingungsprobleme sind bei Aufbauten ohne Hilfsrahmen nicht auszuschließen. MAN macht keine Aussagen über das Schwingungsverhalten von Fahrzeugen mit hilfsrahmenlosen Aufbauten, da das Schwingungsverhalten vom Aufbau abhängt. Treten unzulässige Schwingungen auf, ist deren Ursache zu beseitigen, weshalb die nachträgliche Montage eines Hilfsrahmens trotzdem erforderlich werden kann. Auch bei hilfsrahmenloser Bauweise muss die Zugänglichkeit zu den Einfüllstutzen für Kraftstoff und weiteren Betriebsstoffen ebenso gegeben sein wie die Zugänglichkeit zu allen weiteren Rahmenanbauteilen (z.B. Reserveradaufzug, Batteriekasten). Die Freigängigkeit beweglicher Teile gegenüber dem Aufbau darf nicht beeinträchtigt sein.

5.4.6 Drehschemelaufbau

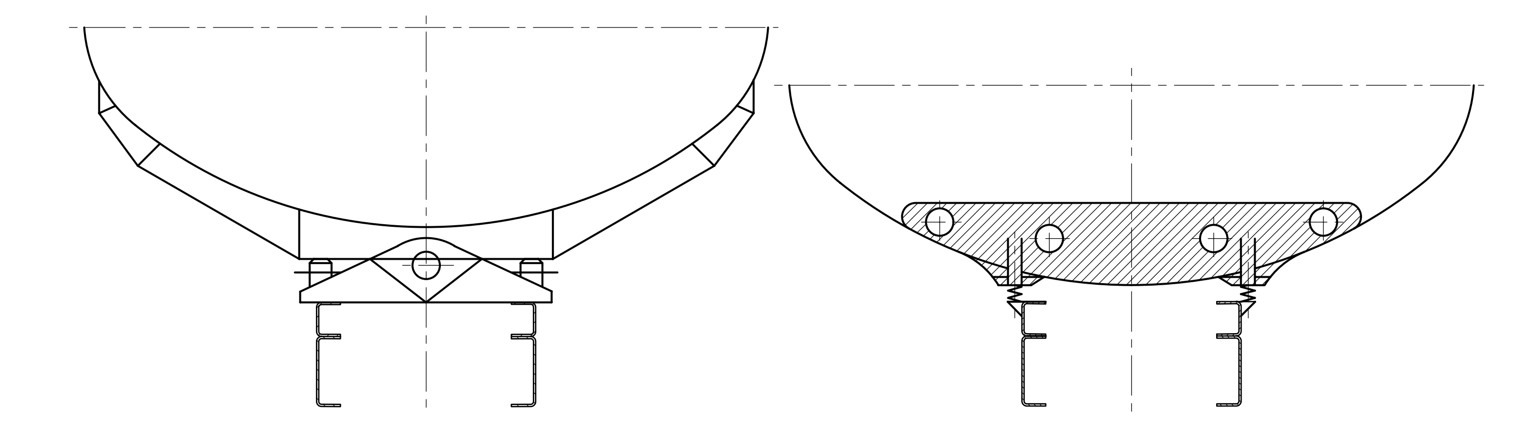
Der mit einer Sattelkupplung vergleichbare Drehschemelaufbau benötigt immer einen Hilfsrahmen.
Eine Positionierung des Drehpunktes für den Schemelaufbau hinter der theoretischen Hinterachsmitte muss hinsichtlich der Achslastverteilung und des Fahrverhaltens überprüft werden.
Für diesen Fall ist eine Genehmigung durch Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) erforderlich.

5.4.7 Tank und Behälteraufbau

Je nach Transportgut sind die Fahrzeuge von den zuständigen Stellen entsprechend nationaler Auflagen, Richtlinien und Vorschriften auszurüsten. In Deutschland geben über die Beförderung gefährlicher Güter (nach GGVS) die Gefahrgutbeauftragten der technischen Überwachung (DEKRA, TÜV‘s) Auskunft. Tank- und Behälteraufbauten benötigen in der Regel einen durchgehenden Hilfsrahmen nach Kapitel 5.3 Hilfsrahmen.
Die Bedingungen für freigegebene Ausnahmen bei hilfsrahmenlosen Tank- und Behälteraufbauten sind unten beschrieben.
Die Verbindung zwischen Aufbau und Fahrgestell muss im vorderen Bereich so ausgebildet sein, dass die Verwindungsfähigkeit des Rahmens nicht behindert wird. Dies kann mit einer möglichst verdrehweichen vorderen Lagerung erreicht werden z.B. mit

- Pendellagerung (Bild 81)
- elastischer Lagerung (Bild 82)

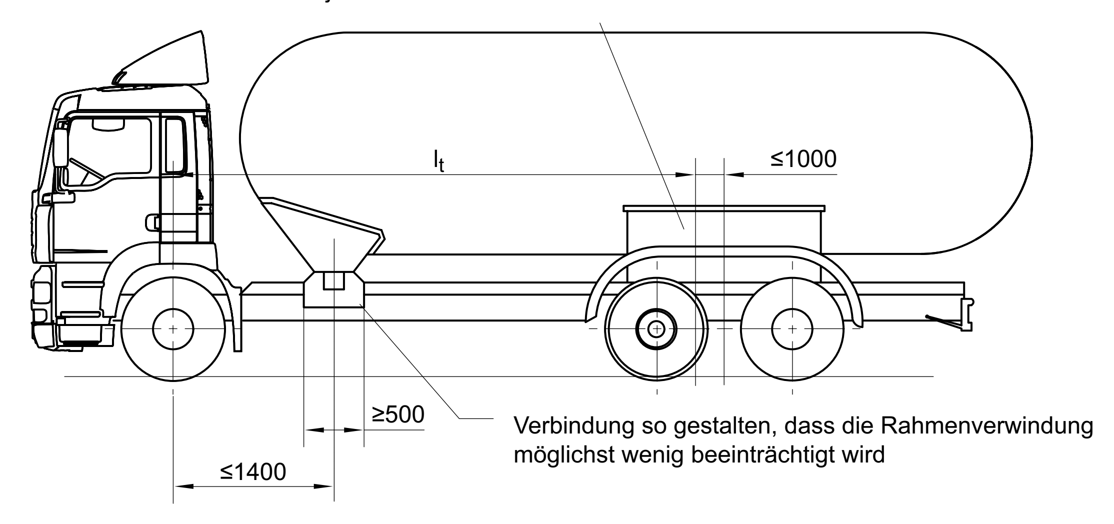
Bild 81: Vorderes Lager als Pendellagerung ESC-103 **Bild 82:** Vorderes Lager als elastische Lagerung ESC-104



Die vordere Lagerungsstelle soll möglichst nahe an die Vorderachsmitte heranreichen (siehe Bild 83).
Im Bereich der theoretischen Hinterachsmitte ist die hintere, querstarre Aufbauabstützung vorzusehen.
An dieser Stelle ist auch auf eine ausreichend dimensionierte, großflächige Rahmenverbindung zu achten.
Der Abstand theoretische Hinterachsmitte bis Mitte Auflager muss <1.000 mm sein (siehe Bild 83).
Theoretische Hinterachsmitte siehe Abschnitt 3.5.



Bild 83: Anordnung Tank- und Silolagerung ESC-004



Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen. Schwingungen sind durch richtige Auslegung des Hilfsrahmens und richtige Anordnung der Tanklagerung beeinflussbar. Hilfsrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten: Unter Einhaltung der nachfolgend beschriebenen Bedingungen sind hilfsrahmenlose Tank- und Behälteraufbauten bei zwei- und dreifacher Tanklagerung möglich.

Alle Lager sind in den angegebenen Abstandsbereichen anzuordnen, wird dieser überschritten, dann kann eine unzulässig hohe Rahmendurchbiegung entstehen.
Das Einsatzgebiet des Fahrzeugs ist ausschließlich auf befestigten Straßen.
Nach der Aufbaumontage ist unbedingt zu prüfen, ob sich Schwingungen oder andere nachteilige Fahreigenschaften bemerkbar machen.

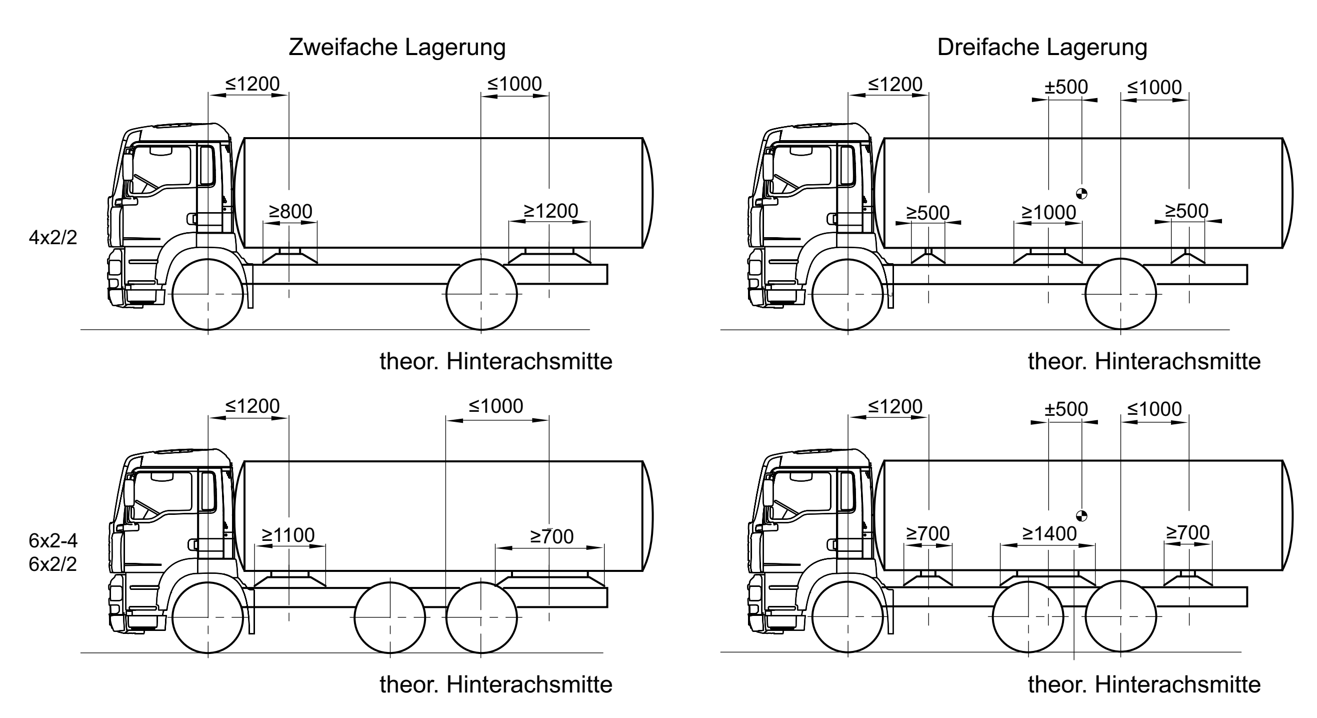


Tabelle 21: Fahrgestelle ohne Hilfsrahmen bei Tankaufbauten bei zweifacher u. dreifacher Lagerung

Typ	Radformel	Federung	Radstand
H05	4x2 4x4H	Blatt-Luft	3.600-4.500
H06			
H07			
H22			
H09		Vollluft	
H10			
H16	6x2-2 6x2-4 6x4H-2 6x4H-4 6x2-4	Blatt-Luft	3.900-4.500 + 1.350
H17			
H18			
H35			
H27			
H71			
H74			
H86			
H89			
H19		Vollluft	
H20			
H21			
H31			
H85			
H87			
H23	6x2/2 6x2/4 6x4H/2 6x4H/4	Blatt-Luft	2.600-4.150 + 1.350
H24			
H32			
H42			



Bild 84: Anforderungen Tanklager bei hilfsrahmenloser Bauweise ESC-311



5.4.8 Kipper

Bei kippbaren Aufbauten muss der Aufbauhersteller im Fall von Reparaturen unter dem gekipptem Aufbau zum Arbeitsschutz der Mitarbeiter Abstützungen verfügbar haben.

Kipperaufbauten erfordern ein für ihren Einsatzzweck konstruiertes Fahrgestell.
MAN hat entsprechende Fahrgestelle im Programm, diese sind in MANTED® über eine Abfrage nach Aufbau selektierbar.
Bei Kipperfahrgestellen ab Werk sind keine Fahrgestelländerungen erforderlich, wenn sichergestellt ist, dass folgende Punkte eingehalten werden:

- das zulässige Gesamtgewicht
- die zulässigen Achslasten
- die serienmäßige Kippbrückenlänge
- der serienmäßige Rahmenüberhang
- der serienmäßige Fahrzeugüberhang
- der maximale Kippwinkel von 50° nach hinten oder seitlich.

Alle Kipperaufbauten benötigen einen durchgehenden Hilfsrahmen aus Stahl (Mindeststreckgrenze und mögliche Werkstoffe entsprechend Kapitel 5.3.2 in diesem Heft).
Die Verbindung von Fahrgestell- und Hilfsrahmen liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers. Kipperpressen und Kipperlager sind im Hilfsrahmen zu integrieren, da der Fahrzeugrahmen nicht für die Aufnahme von Punktlasten ausgelegt ist.

Folgende Eckdaten sind einzuhalten:

- Kippwinkel nach hinten und zur Seite ≤ 50°
- Der Schwerpunkt von Kippbrücke mit Nutzlast darf beim Hinterkippen nur dann hinter Mitte letzter Achse kommen, wenn die Standsicherheit des Fahrzeugs gewährleistet ist.



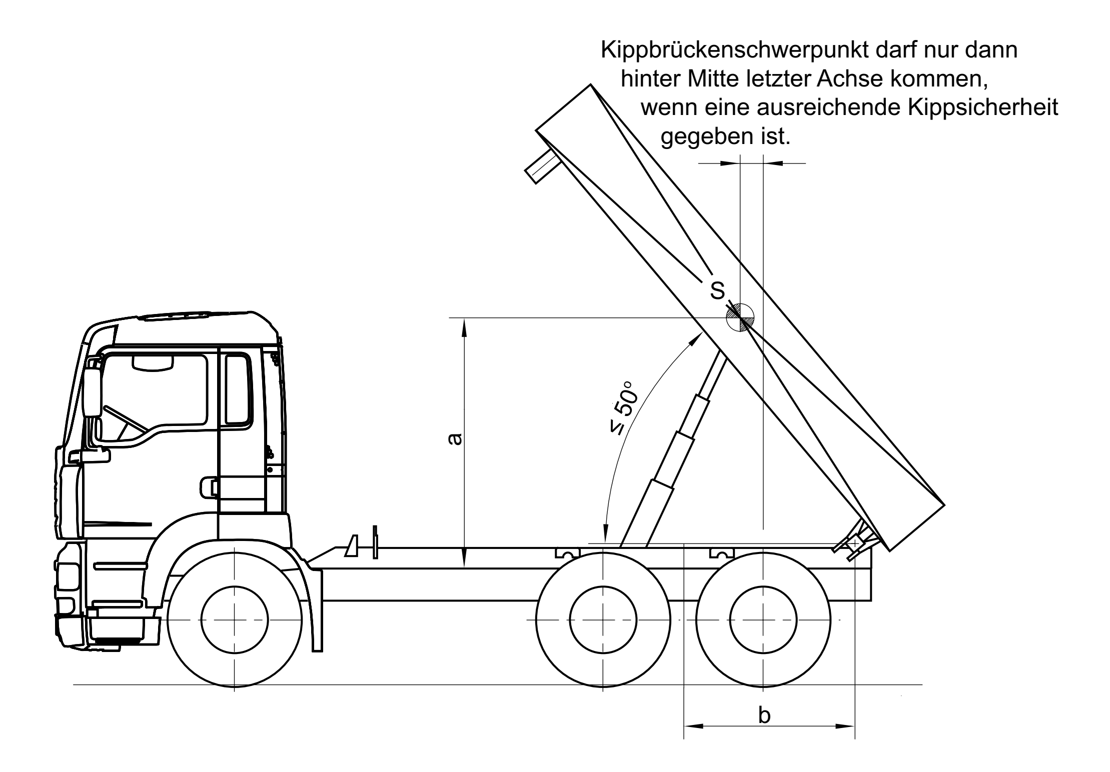
Wir empfehlen:

- Die Schwerpunkthöhe der Kippbrücke beim Kippvorgang nicht zu überschreiten: (Maß a siehe Bild 85 ≤ 1.800)
- Das hintere Kipplager ist möglichst nahe an der theoretischen Hinterachsmitte anzuordnen.
  Empfehlung: Abstandsmaß „b“ (siehe Tabelle 22 und Bild 85) von Kipplagermitte bis theoretischer Hinterachsmitte (1100 mm-1250 mm) nicht überschreiten (theoretische Hinterachsmitte siehe Abschnitt 3.5).

Tabelle 22: Kipper: Maximalmaße Schwerpunkthöhe Kipplagerabstand

Fahrgestell	Maß „a“ [mm]	Maß „b“ [mm]
Zweiachser 4x2 u. 4x4	≤ 1.800	≤ 1.100
Dreiachser 6x2, 6x4 u. 6x6	≤ 2.000	≤ 1.250
Vierachser 8x2, 8x4, 8x6 u. 8x8	≤ 2.000	≤ 1.250

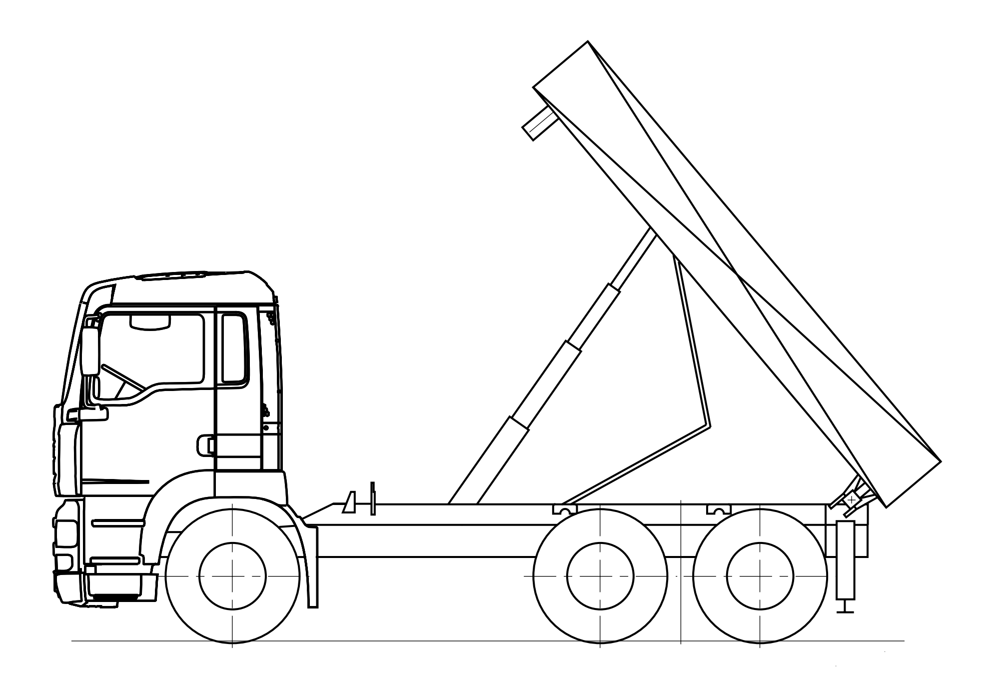
Bild 85: Kipper: Maximalmaße Schwerpunkthöhe u. Kipperlagerabstand ESC-105



Aus Gründen der Betriebssicherheit, der Einsatzbedingungen oder bei Überschreitung der oben angegebenen Werte können weiterreichende Maßnahmen erforderlich werden, z.B. die Verwendung von hydraulischen Abstützungen zur Erhöhung der Standsicherheit oder das Versetzen bestimmter Aggregate.
Es wird jedoch vorausgesetzt, dass der Aufbauhersteller von sich aus die Notwendigkeit solcher Maßnahmen erkennt und durchführt, da die Maßnahmen wesentlich von der Auslegung seines Produkts abhängen.
Wegen der besseren Stand- und Betriebssicherheit ist bei Hinterkippern zur Stabilisierung der Kippbrücke u.U. eine so genannte „Schere“ nach Bild 86 vorzusehen und/ oder eine Abstützung am Rahmenende notwendig.



Bild 86: Hinterkipper mit Schere und Abstützung ESC-106



Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen.
Die Sonderaustattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird.

Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihefolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau" erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

5.4.9 Absetz-, Gleitabsetz- und Gleitabrollkipper

Da auf diesem Aufbausektor die Hilfsrahmen aus konstruktiven Gründen häufig nicht der Hauptrahmenkontur folgen können, sind spezielle Verbindungsmittel zum Hauptrahmen vorzusehen. Die ausreichende Dimensionierung und Anbringung dieser Befestigungselemente obliegt dem Aufbauhersteller. Bewährte Befestigungsmittel sowie ihre Ausführung und Anbringung sind aus den herstellerbezogenen Montageanleitungen der Aufbauten ersichtlich. MAN Befestigungswinkel eignen sich nicht zur Montage dieser Aufbauten. Aufgrund geringer Unterbauhöhen ist der Freigang aller beweglichen Teile an Fahrgestell (z.B. Bremszylinder, Getriebeschaltung, Achsführungsteile usw.) und Aufbau (z.B. Hydraulikzylinder, Leitungen, Kipprahmen usw.) zu prüfen und zu gewährleisten.

Gegebenenfalls sind ein Zwischenrahmen, eine Begrenzung des Federweges, eine Einschränkung der Pendelbewegung an der Doppelachse oder ähnliche Maßnahmen vorzusehen.

Beim Be- und Entladevorgang sind Abstützungen am Fahrzeugende erforderlich, wenn:

- die Hinterachslast das Zweifache der technisch zulässigen Hinterachslast überschreitet. Dabei sind auch Reifen- und Felgentragfähigkeit zu berücksichtigen.
- die Vorderachse den Bodenkontakt verliert. Ein Abheben ist aus Sicherheitsgründen keinesfalls zulässig!
- die Standsicherheit des Fahrzeuges nicht gegeben ist. Dies kann aufgrund großer Schwerpunkthöhe, unzulässiger Seitenneigung bei einseitiger Einfederung, einseitigem Einsinken in weichem Untergrund usw., der Fall sein.

Eine Heckabstützung durch Blockierung der Fahrzeugfedern ist nur dann zulässig, wenn MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) eine Genehmigung bezüglich Einbau und Krafteinleitung erteilt. Hierzu sind aussagefähige Unterlagen einzureichen. Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise sind vom Aufbauhersteller zu führen. Bei Fahrzeugen mit Luftfederung ist aus Gründen einer besseren Standsicherheit darauf zu achten, dass die Luftfederung zum Kippvorgang abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PH (Parametereingabe ECAS für Luftfederabsenkung auf ca. 20 mm über Puffer) erfolgen. Die Sonderaustattung 311PH senkt das Fahrzeug automatisch auf das definierte Niveau über Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Damit die Funktion des Codes 311PH sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen.

5.4.10 Luftgefederte Fahrzeuge abstützen

Bei der Abstützung von Blatt-/Luft oder vollluftgefederten Fahrzeugen ist folgendes generell zu beachten:

Für die Standsicherheit des Gesamtsystems im Arbeitsbetrieb ist der Aufbauer verantwortlich. Aus Gründen einer besseren Standsicherheit ist darauf zu achten, dass die Luftfederung vor dem Abstützen auf Puffer abgesenkt wird. Das Absenken kann entweder manuell über das ECAS- Bedienteil oder automatisiert mittels Sonderausstattung Code 311PE (Parametereingabe ECAS für Kranbetrieb) erfolgen. Die Sonderaustattung 311PE senkt das Fahrzeug automatisch auf Puffer ab, wenn der Nebenabtrieb bei stehendem Fahrzeug eingelegt wird. Ist der Absenkvorgang abgeschlossen regelt das System einen definierten Restdruck zum Schutz der Luftfederbälge. Damit die Funktion des Codes 311PE sicher aktiviert wird, muss die Bedienreihenfolge beim Einlegen des Nebenabtriebs (siehe Betriebsanleitung) zwingend eingehalten werden. Zusätzlich ist zu kontrollieren, dass die Anzeige „Kein Fahrniveau“ erscheint und das Fahrzeug abgesenkt ist. Falls keine automatische Absenkung vorhanden ist, ist der Anwender/ Fahrer auf eine manuelle Absenkung der Luftfederung hinzuweisen. Das vollständige Freiheben der Achsen gewährleistet zwar ein Optimum an Standsicherheit innerhalb der physikalischen Grenzen, stellt aber aufgrund der damit verbundenen Belastung höhere Ansprüche an Rahmen und Hilfsrahmen. Das Freiheben der Achsen sowie das Absenken des Fahrzeugs ohne Sonderausstattung Code 311PE kann zu Schäden an den Luftfederbälgen führen. Zur Einhaltung der in Richtlinien dargestellten Vorgaben und zur Minimierung von vorhersehbaren Fehlanwendungen / Risiken wird die Sonderausstattung 311PE zwingend empfohlen. Bei speziellen Fahrzeug-/ Aufbaukonzepten sind, in Eigenverantwortung des Aufbauers und in Absprache mit dem Kunden, Ausnahmen möglich.

Hinweis:

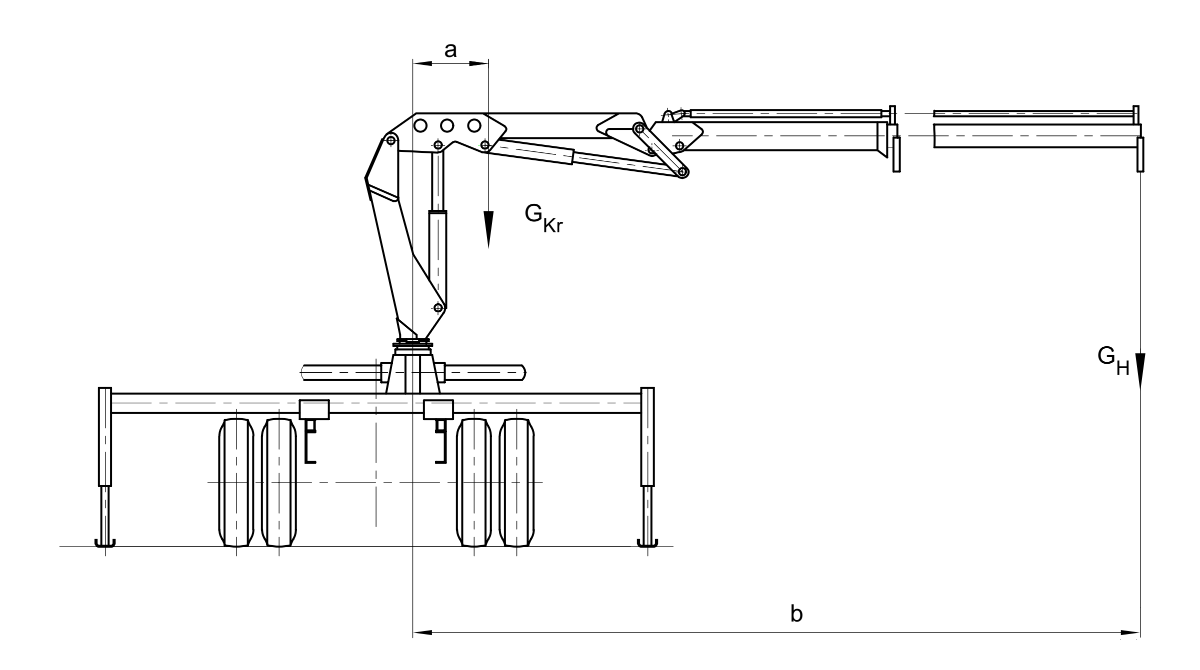
Die Funktionen der Codes 311PE / 311PH werden durch das Aus-/ Einschalten des Motors / Nebenabtriebs o.ä. deaktiviert und die Standardregelung (Regelung der Luftfeder auf Fahrniveau) der ECAS aktiviert. In Fällen, in denen das Fahrzeug dauerhaft im eingestellten Niveau (abgesenkter Zustand der Luftfeder) bleiben soll, kann es erforderlich sein, dass die Regelung der ECAS- Luftfederanlage vollständig unterdrückt werden muss. Ist dies erforderlich, kann die Regelunterdrückung über die Sonderausstattung 311PK (Parametereingabe ECAS mit Zusatzverschaltung zur Unterdrückung der Niveauregulierung) realisiert werden. Ist dies für ein Fahrzeug nicht vorhanden, so kann diese von einem MAN Service-Betrieb nachträglich eingebaut werden (siehe dazu MAN Service-Information 239704a). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass diese Maßnahme nicht zur Verbesserung der Standsicherheit beiträgt und damit auch kein Mittel zur Ausdehnung technischer Grenzen von aufgebauten Geräten (z.B. Kränen) ist. Die Unterdrückung der ECAS-Regelung darf nur im Arbeitsbetrieb erfolgen.



5.4.11 Ladekran

Eigengewicht und Gesamtmoment eines Ladekranes müssen auf das zur Verwendung kommende Fahrgestell abgestimmt sein.
Die Berechnungsgrundlage bildet das maximale Gesamtmoment und nicht das Hubmoment.
Das Gesamtmoment resultiert aus dem Eigengewicht und der Hubkraft des Ladekranes bei gestrecktem Kranarm.
Berechnung des Gesamtkranmomentes siehe unten Formel 17.

Bild 87: Momente am Ladekran ESC-040



Formel 17: Gesamtmoment Ladekran

$$M_{Kr} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{Kr} \cdot a + G_H \cdot b)}{1000}$$

Es bedeuten:

a	=	Abstand des Kranschwerpunktes von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren.
b	=	Abstand der maximalen Hublast von Kransäulenmitte in [m], Kranarm gestreckt und auf maximale Länge ausgefahren
G_H	=	Hublast des Ladekranes in [kg]
G_{Kr}	=	Gewicht des Ladekranes in [kg]
M_{Kr}	=	Gesamtmoment in [kNm]
s	=	Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers (abhängig von der Kransteuerung), stets ≥ 1
g	=	Erdbeschleunigung 9,81[m/s²]



Die Anzahl der Abstützungen (zwei- oder vierfach), sowie deren Position und Abstützweite ist durch den Kranhersteller aufgrund der Standsicherheitsberechnung und der Fahrzeugbelastung zu bestimmen.
MAN kann aus technischen Gründen eine Vierfach-Abstützung verlangen.
Während des Kranbetriebes müssen die Abstützungen immer bodenschlüssig ausgefahren sein.
Sie sind sowohl bei Be- als auch bei Entladung entsprechend nachzusetzen.
Ein hydraulischer Ausgleich zwischen den Stützen muss gesperrt sein.
Gleichfalls ist ein aus Standsicherheitsgründen evtl. notwendiger Ballast durch den Kranhersteller anzugeben.
Für die Standsicherheit ist unter anderem die Verdrehsteifigkeit des gesamten Rahmenverbandes verantwortlich.
Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Torsionssteifigkeit des Rahmenverbandes den Fahrkomfort und die Geländegängigkeit des Fahrzeugs reduziert.
Für eine ausreichende Befestigung von Kran und Hilfsrahmen muss der Aufbau- oder Kranhersteller sorgen.
Betriebskräfte einschließlich deren Sicherheitsbeiwerte müssen sicher aufgenommen werden.
Ab Werk gelieferte Brückenwinkel sind hierfür nicht geeignet. Eine unzulässig hohe Belastung der Achse(n) ist zu vermeiden.
Die maximal zulässige Achsbelastung darf im Kranbetrieb nicht mehr als das Zweifache der technisch zulässigen Achslast betragen.
Stoßfaktoren der Kranhersteller sind zu berücksichtigen (siehe Formel 17)!
Die zulässigen Achslasten dürfen während des Fahrbetriebes nicht überschritten werden, deshalb ist eine auftragsbezogene Achslastberechnung erforderlich.
Eine asymmetrische Kranmontage ist nicht zulässig, wenn daraus ungleichmäßige Radlasten resultieren (zulässige Radlastdifferenz ≤ 5% siehe auch Kapitel 3.1 in diesem Heft).
Der Aufbauhersteller muss für entsprechenden Ausgleich sorgen.
Der Schwenkbereich eines Ladekranes ist zu begrenzen, wenn es die zulässigen Achslasten oder die Standsicherheit erfordern.
In welcher Art und Weise dies geschieht, hat der jeweilige Ladekranhersteller zu überprüfen (z.B. mit schwenkbereichsabhängiger Hublastbegrenzung).
Bei Montage und Betrieb des Ladekrans ist auf die erforderliche Freigängigkeit aller beweglichen Teile zu achten.
Bedienelemente müssen den vorgeschriebenen Mindestfreiraum aufweisen.
Abweichend von anderen Aufbauten muss bei Kranaufbauten zur Erhaltung der Fahrzeuglenkfähigkeit die Mindestbelastung der Vorderachse(n) in jedem Beladungszustand 30% für Zweiachser bzw. 25% für Drei- und Vierachser betragen. Genaue Definition siehe Abschnitt 3.2 in diesem Heft.
Eventuelle Stützlasten an der Anhängekupplung sind in die erforderliche Achslastberechnung einzubeziehen.
Fahrzeuge mit liftbaren Achsen sind auch auf die Gewichtsverhältnisse bei angehobenen Nachlaufachsen zu prüfen.
Eventuell muss die Liftmöglichkeit gesperrt werden (siehe auch weiter unten bei ‚Heckladekran' in diesem Kapitel).
Je nach Krangröße (Gewicht und Schwerpunktlage) und Kranposition (hinter dem Fahrerhaus oder am Heck) sind Fahrzeuge mit verstärkten Federn, verstärktem Stabilisator oder verstärkten Stoßdämpfern auszurüsten, sofern die Liefermöglichkeit gegeben ist. Diese Maßnahmen vermindern den Schiefstand des Fahrgestells (z.B. durch geringere Einfederung verstärkter Federn) und verhindern bzw. reduzieren die Wankneigung.
Dennoch ist bei Kranaufbauten ein Schiefstand aufgrund der Verlagerung des Fahrzeugschwerpunktes nicht immer zu vermeiden.

Nach der Montage des Aufbaus sind nochmalige Einstell- oder Kontrollarbeiten am Fahrzeug erforderlich.
Dies betrifft besonders die Scheinwerfer, sowie den hinteren Unterfahrschutz und die seitliche Schutzvorrichtung.
Eine Genehmigung für einen Kranaufbau ist dann erforderlich, wenn der in diesen Aufbaurichtlinien gesetzte Rahmen überschritten wird.

Dies ist der Fall bei:

- Überschreitung des angegebenen max. Krangesamtmoments nach Bild 91
- Vierfach-Abstützung
- Frontabstützung.

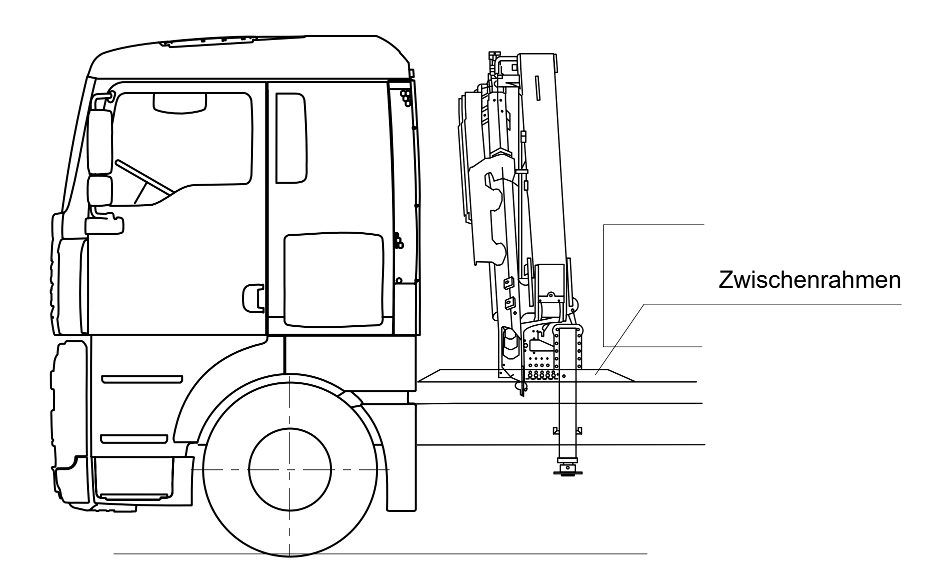


Bei Vierfach-Abstützung liegen andere Kräfteverhältnisse vor, dies macht grundsätzlich eine Rückfrage bei MAN, Abteilung SMTSE-ESC erforderlich (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber").Um die Standsicherheit im Kranbetrieb zu gewährleisten, ist der Hilfsrahmen im Bereich zwischen den beiden Abstützträgern in ausreichender Torsionssteifigkeit zu fertigen.
Das Ausheben des Fahrzeuges mit den Kranabstützungen ist aus Festigkeitsgründen nur dann zulässig, wenn die Hilfsrahmenkonstruktion alle aus der Kranarbeit resultierenden Kräfte aufnimmt und nicht schubfest mit dem Fahrgestellrahmen verbunden ist (z.B. Autokrane).
Der Kranaufbau und seine Funktion sind je nach nationaler Vorschrift vor der ersten Inbetriebnahme durch einen Kransachverständigen oder eine für Kranprüfungen ermächtigte Person zu prüfen.

Ladekran hinter dem Fahrerhaus:

Ragen Fahrgestellkomponenten über Hilfsrahmenoberkante, dann schafft ein zusätzlicher Zwischenrahmen auf dem Hilfsrahmen Platz (siehe Bild 88). Er kann so gestaltet werden, dass er zusätzlich als Verstärkung des Hilfsrahmens dient.

Bild 88: Freiraum für Ladekran hinter Fahrerhaus ESC-107



Das Fahrerhaus muss kippbar sein und die Verriegelung muss ungehindert bedient werden können.
Im Bereich des Kippradius dürfen sich keine behindernden Teile befinden. Kippradien der Fahrerhäuser sind in den Fahrgestellzeichnungen angegeben (Bezug über MANTED®, www.manted.de).
Trotz Einhaltung der zulässigen Vorderachslast, muss eine zu große Kopflastigkeit des Fahrzeuges aus Gründen der Fahreigenschaften vermieden werden. Eine Verringerung der Vorderachsbelastung ist z.B. durch das Versetzen von Aggregaten erreichbar.
Bei verschiedenen Fahrzeugen kann die zulässige Vorderachslast erhöht werden, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind. Erhöhung der zulässigen Vorderachslast und Verfahrensweise siehe Kapitel ‚Allgemeines'.

Heckladekran:

Um den notwendigen Platz für den Ladekranaufbau zu schaffen und eine günstigere Vorderachsbelastung zu erreichen, kann ein heckseitig angebrachtes Ersatzrad seitlich am Rahmen platziert werden. Je nach Krangröße und Achslastverteilung sind stärkere Federn, ein Stabilisator oder andere MAN-Stabilisationshilfen einzubauen. Dies vermindert Schiefstand und Wankneigung des Kranfahrzeuges. Beim Anheben liftbarer Nachlaufachsen wird das Fahrzeug an der Vorderachse stark entlastet.
Durch den Kran als dynamisch am Rahmenende wirkende Punktlast stellt sich voraussichtlich kein ausreichend stabiler Fahrzustand ein. Die Liftmöglichkeit ist zu sperren, wenn mit dem Kran bei Leerfahrt im gelifteten Zustand über 80% der zulässigen Triebachslast erreicht wird oder die Mindestvorderachslast (30% des tatsächlichen Fahrzeuggewichts des dann zweiachsigen Fahrzeugs) unterschritten wird.

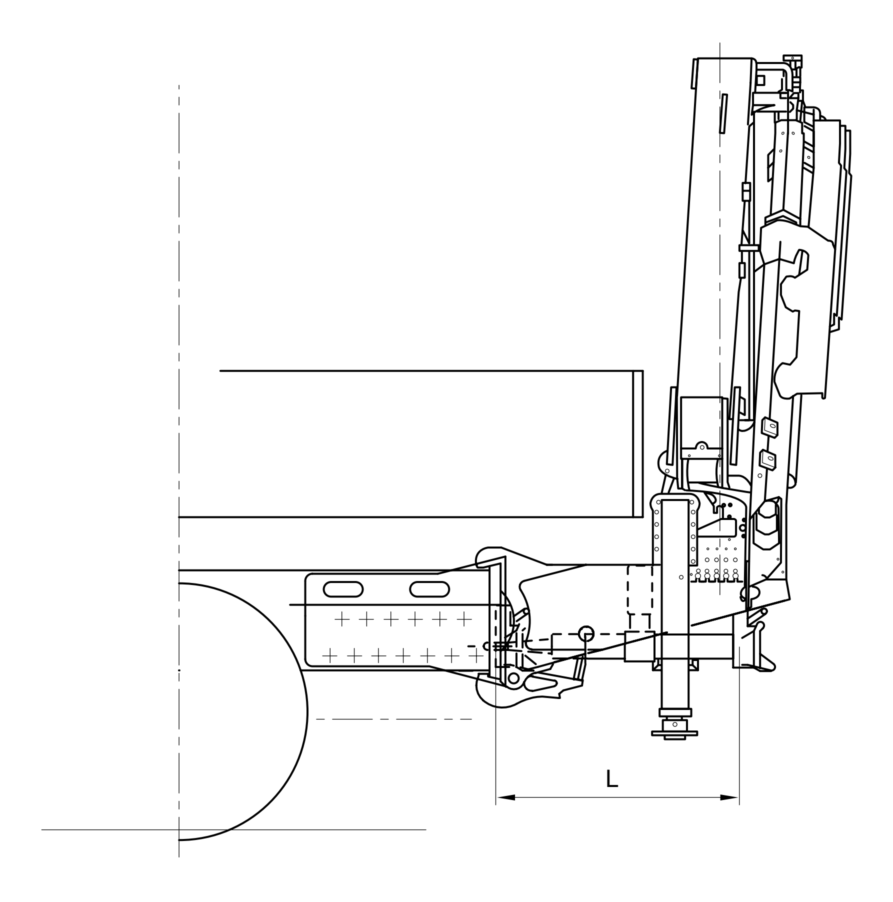


Zu Rangierzwecken kann die Nachlaufachse bei ausreichender Dimensionierung von Hilfsrahmen und Aufbau unter Umständen angehoben oder entlastet werden (Anfahrhilfe). Dabei sind die auf Aufbau und Rahmenverband
wirkenden erhöhten Biege- und Torsionskräfte zu berücksichtigen.
Soll ein Zentralachsanhänger mitgeführt werden, dann muss der Kranhersteller die Eignung hierfür bestätigen.
Stützlasten sind bei der Auslegung zu berücksichtigen.
Vor allem die genannten Werte im Abschnitt 3.2 “Mindestvorderachslast“ dürfen nicht unterschritten werden.

Absattelbarer Heckladekran:

Der Nutzlastschwerpunkt ändert sich, je nachdem ob der Kran abgesattelt ist oder nicht.
Um die größtmögliche Nutzlast zu erreichen ohne dabei zulässige Achslasten zu überschreiten, empfehlen wir
den Nutzlastschwerpunkt mit und ohne Kran am Aufbau deutlich zu kennzeichnen. Die durch die Absattelvorrichtung vergrößerte Überhanglänge ist zu berücksichtigen. Die Festigkeit der Absattelkonsole sowie die fachgerechte Anbringung der Konsolenaufnahme am Fahrzeug liegen im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers. Am Fahrzeug mitgeführte Stapler sind wie aufsattelbare Ladekräne im Transportzustand zu betrachten. An die Montagekonsolen für absattelbare Heckladekrane ist bei Anhängerbetrieb eine zweite Anhängekupplung anzubauen. Diese Anhängekupplung ist mit der am Fahrzeug angebauten über eine Zugöse verbunden (siehe Bild 89).
Die Hinweise im Abschnitt 4.8 ‚Verbindungseinrichtungen’ sind zu beachten.
Absattelvorrichtung und Aufbau müssen die bei Anhängerbetrieb entstehenden Kräfte sicher aufnehmen und übertragen können.
Bei aufgesatteltem Kran und Betrieb ohne Anhänger müssen an der Absattelvorrichtung ein Unterfahrschutz sowie die gesetzlich vorgeschriebene Beleuchtungseinrichtung vorhanden sein.

Bild 89: Absattelvorrichtung für Heckladekran ESC-023

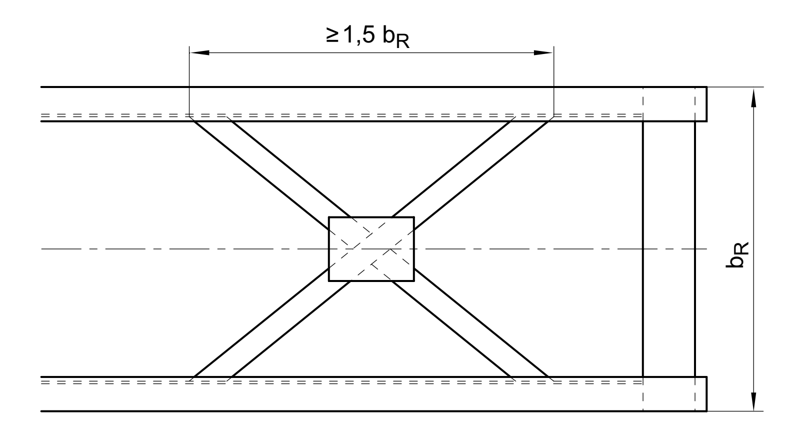




Hilfsrahmen für Ladekran:

Für Ladekranaufbauten ist in jedem Fall ein Hilfsrahmen vorzusehen, selbst bei Krangesamtmomenten die rein rechnerisch ein benötigtes Flächenträgheitsmoment unter 175 cm^4, ist ein Hilfsrahmen mit einem Flächenträgheitsmoment von mindestens 175 cm^4 aufzubauen. Wir empfehlen zur Schonung des Hilfsrahmens im Kranbereich einen zusätzlichen Obergurt (Verschleißplatte) zu montieren, um das Einarbeiten des Kranfußes in den Hilfsrahmen zu vermeiden.
Die Stärke des zusätzlichen Obergurts soll je nach Krangröße 8-10 mm betragen.
Ladekrane werden häufig in Verbindung mit anderen Aufbauten montiert, für die ebenfalls ein Hilfsrahmen erforderlich ist (z.B. Kipper, Sattelzugmaschine, Drehschemelaufbau).
Es muss dann der, je nach Aufbau und seiner Anforderung, größere Hilfsrahmen der gesamten Aufbaukonstruktion verwendet werden.
Für einen absattelbaren Ladekran muss der Hilfsrahmen so gestaltet sein, dass die Absattelvorrichtung und der Ladekran sicher aufgenommen werden können. Die Ausführung der Konsolenaufnahme (Bolzenbefestigung etc.) liegt im Verantwortungsbereich des Aufbauherstellers.
Bei Montage des Ladekrans hinter dem Fahrerhaus ist der Hilfsrahmen mindestens im Kranbereich zum Kasten zu schließen.
Wird der Ladekran am Heck montiert, muss von Rahmenende bis mindestens vor die vorderste Hinterachsführung ein geschlossenes Profil verwendet werden.
Außerdem ist zur Erhöhung der Torsionssteifigkeit im Hilfsrahmen ein Kreuzverband (X-Verband, siehe Bild 90) oder eine gleichwertige Konstruktion vorzusehen.
Für die Anerkennung als „gleichwertige Konstruktion“ ist jedoch eine Genehmigung durch MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“) Voraussetzung.

Bild 90: Kreuzverstrebung im Hilfsrahmen ESC-024



Die Methode und die Zuordnung Krangesamtmoment/ Flächenträgheitsmoment in Abhängigkeit des Fahrgestellrahmens gilt für Kranaufbauten mit zweifacher Abstützung, gleichermaßen für den Aufbau hinter dem Fahrerhaus oder am Rahmenende. Sicherheitsbeiwerte sind bereits enthalten, das Krangesamtmoment M_{Kr} ist mit Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers zu berücksichtigen (siehe auch Formel 17 weiter oben in diesem Heft). Für die TGA-Typen ist hier das Diagramm Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment abgebildet (siehe unten Bild 91). Keine Kranaufbauten bei Fahrgestellen/ Sattelzugmaschinen mit Rahmenprofilnummer 34 (Typschlüsselnummer Stand 03/ 2007: H01, H08, H48, H49).

Die Diagramme in Bild 92 gelten nur für Kranaufbauten mit zweifacher Abstützung. Sie sind gleichermaßen für den Aufbau hinter dem Fahrerhaus oder am Rahmenende geeignet. Sicherheitsbeiwerte sind bereits enthalten, das Krangesamtmoment M_{Kr} ist mit Stoßfaktor nach Angabe des Kranherstellers zu berücksichtigen (siehe auch Formel ‚Gesamtmoment eines Ladekrans‘ weiter oben im Kapitel 5.4.10).

Muss aufgrund von Aufbauvorgaben (z.B. niedrige Containerfahrzeuge, Abschleppfahrzeuge etc.) von der hier beschriebenen Auslegungsmethode abgewichen werden, ist der gesamte Aufbau mit MAN, Abteilung SMTSE-ESC abzustimmen (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber“).



Beispiel für den Umgang mit den Diagrammen in Bild 91:

Für ein Fahrzeug TGA 18.xxx 4x2 BB, Typ H03, Rahmenprofilnummer 31 soll der Hilfsrahmen bestimmt werden,
wenn ein Kran mit einem Gesamtmoment von 160kNm aufgebaut wird.

Lösung:

Im Bild 92 wird im Diagramm ein Mindestflächenträgheitsmoment von ca. 1.250 cm^4 ermittelt.
Wird ein U- Profil mit einer Breite von 80 mm und einer Dicke von 8mm mit einem Steg von 8 mm Dicke zum Kasten geschlossen,
so ist eine Profilhöhe von mindestens 170 mm erforderlich, siehe Diagramm in Bild 92.

Werden zwei U-Profile mit B/t = 80/8 zum Kasten geschachtelt, so verringert sich die Mindesthöhe auf ca. 140 mm, siehe Bild 94.

Bei abgelesenen Werten, deren Profilgröße nicht erhältlich ist, ist auf den nächsten erhältlichen Wert aufzurunden;
ein Abrunden ist unzulässig.

Der Freigang aller beweglichen Bauteile bleibt in dieser Betrachtung unberücksichtigt und muss deshalb mit den gewählten
Abmessungen nochmals geprüft werden.

Ein offenes U-Profil nach Bild 92 darf im Bereich des Krans nicht verwendet werden.
Es wird hier lediglich dargestellt, weil die Verwendung des Diagramms auch für andere Aufbauten in Frage kommt.

Bild 91: Krangesamtmoment und Flächenträgheitsmoment bei TGA ESC-516

Profil Nr. 31

Profil Nr. 32

Krangesamtmoment [kNm]

220 200 180 160 140 120 100 80

erforderliches Hilfsrahmen-Trägheitsmoment [cm^4]

200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000

Profil Nr. 31: U 270/85/8

Profil Nr. 32: U 270/85/9,5

Bild 92: Flächenträgheitsmomente U-Profile ESC-213

Offenes U-Profil

Höhe des Profils [mm]

Flächenträgheitsmoment [cm^4]

H, B, t, S

1 U80...220/60/6
2 U80...280/60/7
3 U80...220/70/6
4 U80...280/70/7
5 U80...280/70/8
6 U80...220/80/6
7 U80...280/80/7
8 U80...280/80/8

Bild 93: Flächenträgheitsmomente geschlossener U-Profile ESC-214

U-Profil zum Kasten geschlossen

Höhe des Profils [mm]

Flächenträgheitsmoment [cm^4]

H

B

t

t

1 U80...220/60/6

2 U80...280/60/7

3 U80...220/70/6

4 U80...280/70/7

5 U80...280/70/8

6 U80...220/80/6

7 U80...280/80/7

8 U80...280/80/8

Bild 94: Flächenträgheitsmomente geschachtelter U-Profile ESC-215

Zwei gleiche U-Profile geschachtelt

Flächenträgheitsmoment [cm^4]

Höhe des Profils [mm]

H

B

B

1 U80...220/60/6
2 U80...280/60/7
3 U80...220/70/6
4 U80...280/70/7
5 U80...280/70/8
6 U80...220/80/6
7 U80...280/80/7
8 U80...280/80/8

5.4.12 Seilwinde

Bei Anbau einer Seilwinde sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- Zugkraft
- Einbaulage: Front-, Mitten-, Heck-, Seiteneinbau
- Antriebsart: mechanisch, elektromechanisch, elektrohydraulisch.

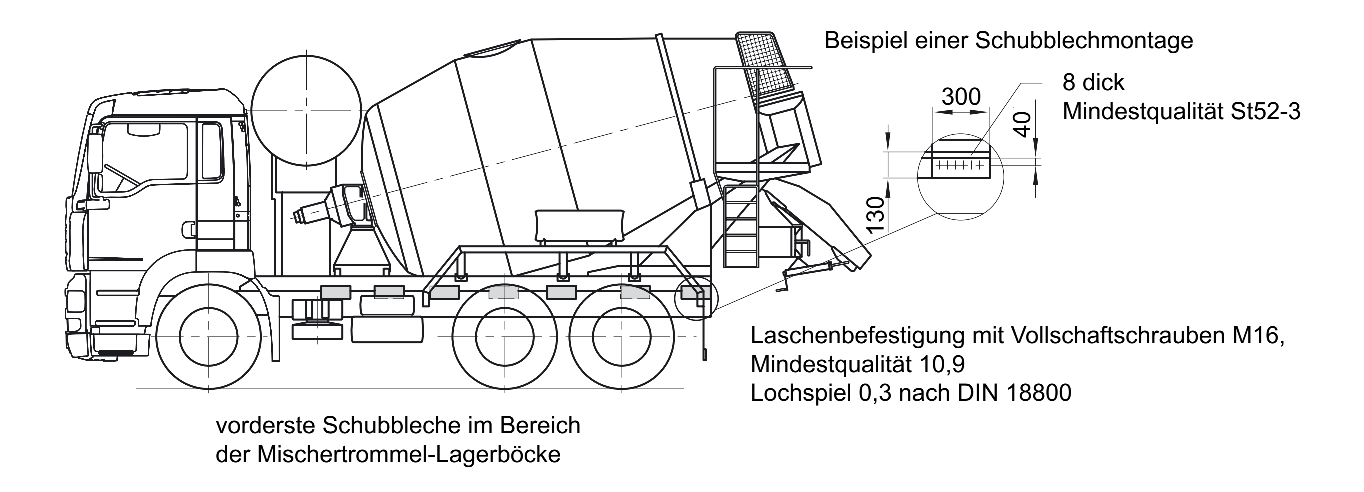
Achsen, Federn und Rahmen dürfen durch den Betrieb der Seilwinde keinesfalls überlastet werden.
Dies gilt besonders bei einer von der Fahrzeuglängsachse abweichenden Richtung der Windenzugkraft.
Eventuell ist eine von der Zugkraftrichtung abhängige automatische Zugkraftbegrenzung notwendig.
In jedem Fall ist auf eine einwandfreie Seilführung zu achten. Das Seil soll möglichst wenige Umlenkungen haben.
Gleichzeitig darf jedoch kein Fahrzeugteil in seiner Funktion beeinträchtigt sein. Wegen der besseren Regulier- und Einbaumöglichkeit der Winde ist ein hydraulischer Windenantrieb vorzuziehen. Der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpe und -motor ist zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel ‚Berechnungen').
Es ist zu überprüfen, ob vorhandene Hydraulikpumpen, wie z.B. die von einem Ladekran oder Kipper, mit verwendet werden können.
Dadurch kann u.U. der Einbau von mehreren Nebenabtrieben vermieden werden.
Beim Schneckengetriebe mechanischer Winden ist die zulässige Eingangsdrehzahl zu beachten (in der Regel < 2.000/min).
Die Übersetzung des Nebenabtriebs ist entsprechend zu wählen. Der niedrige Wirkungsgrad des Schneckengetriebes ist bei der Bestimmung des erforderlichen Mindestdrehmomentes am Nebenabtrieb zu berücksichtigen.
Für elektromechanisch oder elektrohydraulisch angetriebene Winden sind die Hinweise im Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' zu beachten.

5.4.13 Transportmischer

Fahrgestelle für Transportmischer sind zur Verringerung der Wankneigung mit Stabilisator an beiden Hinterachsen auszurüsten.
Der Antrieb des Transportmischers erfolgt im Allgemeinen durch den Nebenabtrieb am Motor, bei D28-Motoren der ‚Nockenwellenabtrieb' und bei D20/ 26-Motoren der ‚schwungradseitige Nebenabtrieb. Alternativ ist auch der motorabhängiger Nebenabtrieb ‚NMV' von ZF möglich.
Der nachträgliche Einbau der für Transportmischer geeigneten Nebenabtriebe ist sehr aufwendig und daher nicht zu empfehlen, einfacher und günstiger ist die Ausrüstung ab Werk. Nähere Erläuterungen zu Nebenabtrieben siehe Heft ‚Nebenabtriebe'.
MAN hat Fahrgestelle im Verkaufsprogramm, die für den Aufbau eines Transportmischers vorbereitet sind, die fahrwerksseitigen Anforderungen (s. o.) sind dann im Lieferumfang, die Schubbleche sind bereits an den richtigen Stellen angebracht, der gewünschte Nebenabtrieb ist auszuwählen.
Beim Aufbau auf andere Fahrgestelle (z.B. Kipperfahrgestelle) wird vorausgesetzt, dass eine Schubblechanordnung an die Anordnung des vergleichbaren Transportmischer-Fahrgestells hergestellt wird und dass die o.a. Stabilisatoren für beide Hinterachsen vorhanden sind.
Die Schubblechanordnung von Kipperfahrgestellen oder Befestigungswinkeln für Ladebrücken sind nicht geeignet zum Aufbau eines Transportmischers. Im Bild 96 ist ein Beispiel dargestellt.
Der Aufbau erfolgt auf nahezu gesamter Länge schubstarr, davon ausgenommen ist nur das vordere Hilfsrahmenende vor der Trommellagerung. Die ersten beiden Schubbleche müssen im Bereich der vorderen Lagerböcke der Trommel liegen.
Betonförderbänder und Betonpumpen können nicht ohne weiteres auf serienmäßige Transportmischerfahrgestelle aufgebaut werden.
Unter Umständen ist eine andere Hilfsrahmenkonstruktion als die des normalen Mischerhilfsrahmens oder ein Kreuzverband am Rahmenende notwendig (ähnlich wie bei Heckladekranaufbauten, siehe Bild 90).
Eine Genehmigung durch MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Anschrift siehe oben unter „Herausgeber") ist ebenso unerlässlich wie die Genehmigung des Transportmischer-Herstellers.



Bild 95: Transportmischeraufbau ESC-016



5.4.14 Pkw-Transporter

Pkw-Transporter werden in der Regel mit einem wechselbarem Aufbau auf auf 2-achsige Sattelzugmaschinen aufgebaut.
Der Aufbau ist vorn über lösbare Verbindungen und hinten über die Sattelkupplung sowie über zusätzliche Verbindungsmittel befestigt. Die Krafteinleitung aus dem Aufbau in das Fahrzeug, insbesondere die Befestigung des Aufbaus sowie die zugehörigen Verbindungsmittel liegen stets in der Verantwortung des Aufbauherstellers. Die Basis-Sattelzugmaschine ist folgendermaßen auszurüsten, damit ein Betrieb als Pkw-Transporter möglich ist: (Die unten stehenden Ausrüstungsvorgaben beziehen sich ausschließlich auf Basis des Sattel-Kfz, Aufbauten auf Lkw-Fahrgestelle mit langem Radstand sind hier nicht gemeint):

- Keine Freigabe zum Aufbau als Pkw-Transporter für H01/H08 (TGA 18.xxx BLS-TS) und H13 (TGA 18.xxx LLS-U)
- max. Radstand 3.900 mm
- Ein Stabilisator an der Vorderachse ist zwingend erforderlich
- Die Fahrzeugart gemäß amtlicher Papieren muss ‚Fahrzeug für Wechselbetrieb' sein (wahlweise Einsatz Sattel u. Lkw für Pkw-Transport). Dies entspricht dem Einsatz eines Pkw-Transporters und es ist keine Parametrierung erforderlich. Keinesfalls darf auf Fahrzeugart Lkw umparametriert werden
- ESP muss entfallen (Stand 8-2007) bzw. falls vorhanden per Parametrierung entfernt werden
- Es ist der Sattel-Schlussquerträger mit Bohrbild für Anhängekupplung zu verwenden (Nr. 81.41250.0141). Ausschließlich dieser ist aufgrund seiner höheren Dicke (9,5 mm) geeignet, die Kräfte aus der hinteren Aufbauverbindung abzustützen (keinesfalls den Sattel-Schlussquerträger mit 5 mm Dicke verwenden.
- Im so genannten ‚zweiten Leben' (nach der Verwendung als Pkw-Transporter) ist ausschließlich ein Einsatz als Sattelzugmaschine nicht jedoch als Lkw möglich!



6. Elektrik, Elektronik, Leitungen

6.1 Allgemeines

Das Kapitel ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' kann nicht erschöpfend Auskunft zu allen Fragen rund um das Bordnetz moderner Nutzfahrzeuge geben. Weiterführende Informationen zu einzelnen Systemen sind den entsprechenden Reparaturanleitungen zu entnehmen, die über den Ersatzteildienst bezogen werden können. Im Nutzfahrzeug eingebaute Elektrik, Elektronik, Leitungen entsprechen den jeweils gültigen nationalen und europäischen Normen und Richtlinien, die als Mindestanforderung zu beachten sind.
MAN eigene Normen gehen oft erheblich über die Mindestanforderungen nationaler und internationaler Normen hinaus.
So sind bei vielen elektronischen Systemen Anpassungen und Erweiterungen vorgenommen worden.
MAN setzt aus Qualitätsgründen oder aus Sicherheitsgründen in einigen Fällen die Anwendung der MAN-Normen voraus, dies ist in den entsprechenden Abschnitten jeweils beschrieben.
Aufbauhersteller können MAN Normen jeweils über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich) beziehen.
Ein automatischer Austauschdienst findet nicht statt.

6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung

Es gelten die Grundsätze der Leitungsverlegung aus den Kapiteln ‚Elektrik, Elektronik, Leitungen' und ‚Bremsen'.
Bei MAN-Fahrzeugen wird der Rahmen nicht als Masseleitung zweckentfremdet, mit der Plusleitung ist stets auch eine eigene Masseleitung zum Verbraucher zu verlegen. Massepunkte zum Anschluss von Masseleitungen durch Aufbauhersteller:

- In der Zentralelektrik (Rückseite, siehe Bild 96)
- Hinter der Instrumentierung
- Am rechten hinteren Motorlager.

Detaillierte Anweisung siehe unten Kapitel 6.5 Zusätzliche Verbraucher. An den Massepunkten hinter der Zentralelektrik und Instrumentierung dürfen zusammen nicht mehr als 10 A (tatsächlicher Strombedarf) abgegriffen werden. Zigarettenanzünder und eventuelle Zusatzsteckdosen haben eigene Leistungsbegrenzungen, diese sind der Betriebsanleitung zu entnehmen. Das Gehäuse einpoliger Motoren von Fremdaggregaten ist über ein Massekabel an den gemeinsamen Massepunkt am entsprechenden Motorlager anzuschließen, um beim Einschalten des Starters Schäden an mechanischen Teilen oder der elektrischen Anlage zu vermeiden. Bei allen Fahrzeugen befindet sich innerhalb des Batteriekastens ein Schild, das ausdrücklich darauf hinweist, dass der Fahrzeugrahmen nicht mit dem Minuspol der Batterie verbunden ist.
Die Minusleitung des Aufbauherstellers darf nicht am Minuspol der Batterien angeschlossen werden, sondern am Zentralen Massepunkt am rechten hinteren Motorlager.

6.3 Behandlung der Batterien

6.3.1 Behandlung und Pflege der Batterien

Es gilt (z.B. für Standzeiten während der Aufbauphase) der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender.
Die Batteriekontrolle/-ladung ist anhand der mit dem Fahrzeug gelieferten Ladekarte durchzuführen und abzuzeichnen.
Schnelllade- und Fremdstartgeräte sind für Erhaltungsladungen nicht zulässig, da deren Anwendung Steuergeräte zerstören kann.
Fremdstart von Fahrzeug zu Fahrzeug ist zulässig, dabei nach Betriebsanleitung vorgehen.

Bei laufendem Motor:

- Batteriehauptschalter nicht ausschalten
- Batterie- bzw. Polklemmen nicht lösen oder demontieren.



Achtung!

Beim Abklemmen der Batterien und bei Betätigung des Batterie-Hauptschalters unbedingt folgende Reihenfolge beachten:

- alle Verbraucher ausschalten (z.B. Licht aus; Warnblinklicht aus)
- Zündung ausschalten
- Türen schließen
- Nachlaufzeit von 20s abwarten bis die Batterien abgeklemmt werden (Minus-Pol zuerst)
- der elektrische Batteriehauptschalter benötigt eine zusätzliche Nachlaufzeit von 15s.

Grund:

Viele Fahrzeugfunktionen werden durch den zentralen Bordrechner (ZBR) gesteuert, der seinen letzten Status erst abspeichern muss, bevor er stromlos gemacht werden darf. Bleiben z.B. die Türen offen, beträgt die Zeitkonstante bis zum geregelten Betriebsende des ZBR 5 Minuten, weil mit dem ZBR auch die Schließfunktionen überwacht werden.
Bei offenen Türen muss deshalb bis zum Abklemmen der Batterien mehr als 5 Minuten gewartet werden, Türen schließen verkürzt die Wartezeit auf 20s. Nichtbeachtung der hier beschriebenen Reihenfolge führt unweigerlich zu Fehlereinträgen in einigen Steuergeräten (z.B. im zentralen Bordrechner ZBR).

6.3.2 Behandlung und Pflege von Batterien mit PAG-Technologie

Sind die ab Werk installierten Batterien aufgebraucht, werden durch MAN-Fachwerkstätten ausschließlich wartungsfreie Batterien mit PAG-Technologie eingebaut (PAG= Positive Ag, positive Trägerplatte niedrig silberdotiert). Diese unterscheiden sich von herkömmlichen Batterien durch eine verbesserte Tiefentladefestigkeit, eine längere Lagerfähigkeit und eine verbesserte Stromaufnahme beim Laden.

Die herkömmlichen Verschlussdeckel werden durch ein ‚Charge Eye' ersetzt. Der Prüf- und Ladezyklus nach Ladekarte/Ladekalender wird mittels Kontrolle der Charge Eyes durchgeführt, die den Ladezustand durch eine Kugel in der Mitte des Verschlussdeckels farblich anzeigen.

Achtung!

Die Verschlussdeckel (Charge Eye) der wartungsfreien Batterie dürfen nicht geöffnet werden.

Tabelle 23: Anzeige der Charge Eyes

Anzeige	Batteriezustand	Vorgehensweise
Grün	Korrekter Batteriesäurestand, Säuredichte über 1,21 g/cm^3	Die Batterie ist geladen und in Ordnung, Kontrolle auf der Ladekarte bescheinigen
Schwarz	Korrekter Batteriesäurestand, Säuredichte jedoch unter 1,21 g/cm^3	Die Batterie muss geladen werden, Nachladen auf der Ladekarte bescheinigen
Weiß	Batteriesäurestand zu niedrig, Säuredichte kann über oder unter 1,21 g/ cm^3 liegen	Die Batterie muss ausgetauscht werden

Eine detaillierte Service Information "SI-Nummer: Nachtrag 2, 114002 Batterie" ist über die MAN Fachwerkstätten erhältlich.



6.4 Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen

Zusatzschaltpläne und Kabelstrangzeichnungen die Aufbauvorbereitungen enthalten oder beschreiben, sind bei MAN, Abteilung SMTSE-ESC (Adresse siehe oben unter „Herausgeber“) erhältlich.
Es liegt in der Verantwortung des Aufbauherstellers, sich zu vergewissern, dass die von Ihm benutzten Unterlagen wie z.B. Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen dem im Fahrzeug verbauten Änderungsstand entsprechen.
Weitere technische Informationen sind den Reparaturanleitungen zu entnehmen.
Diese können über den Ersatzteildienst beschafft werden.

6.5 Zusätzliche Verbraucher

Keine Veränderungen bzw. Erweiterungen des Bordnetzes vornehmen!
Dies gilt insbesondere für die Zentralelektrik.
Für Schäden, die aufgrund von Veränderungen entstehen, haftet derjenige, der die Veränderung durchführt.
Beim nachträglichen Einbau zusätzlicher elektrischer Verbraucher ist zu beachten:
In der Zentralelektrik sind keine freien Sicherungen zur Verwendung für den Aufbauhersteller vorhanden, zusätzliche Sicherungen können in einem vorbereiteten Kunststoffhalter befestigt werden der sich vor der Zentralelektrik befindet.
Keine vorhandenen Stromkreise der Bordelektrik anzapfen, kein Anschließen weiterer Verbraucher an bereits belegten Sicherungen.
Jeder eingebrachte Stromkreis muss ausreichend dimensioniert und über eigene Sicherungen abgesichert werden.
Die Dimensionierung der Sicherung soll den Schutz der Leitung gewährleisten und nicht den des daran gekoppelten Systems.

Elektrische Systeme müssen einen ausreichenden Schutz gegen alle möglichen Störungen gewährleisten, ohne die Fahrzeugelektrik zu beeinflussen. Die Rückkopplungsfreiheit ist stets zu gewährleisten.
Bei der Dimensionierung des Leiterquerschnittes sind der Spannungsabfall und die Erwärmung des Leiters zu berücksichtigen.
Wegen der zu geringen mechanischen Festigkeit sind Querschnitte unter $1mm^2$ zu vermeiden.
Minus- und Plusleitung müssen den gleichen Mindestquerschnitt aufweisen.
Stromabnahmen für 12-V-Geräte sind nur über Spannungswandler zu realisieren. Die Abnahme an nur einer Batterie ist nicht zulässig, weil ungleichmäßige Ladungszustände zur Überladung und Schädigung der jeweils anderen Batterie führen.
Bei hohem Leistungsbedarf durch zusätzliche Verbraucher (z.B. elektrohydraulische Ladebordwand) oder bei Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen setzen wir Batterien größerer Kapazität voraus.
Zur Erhöhung der Versorgungsleistung ist bereits ab Werk die Ausstattung mit einem größeren Generator möglich.
Baut der Aufbauhersteller größere Batterien ein, ist der Querschnitt der Batterieanschlusskabel der neuen Leistungsabnahme anzupassen.

Bei direktem Anschluss von Verbrauchern an Klemme 15 (Bolzen 96 der Zentralelektrik siehe Bild 96) kann es vorkommen, dass es durch eine Rückbestromung in das Bordnetz zu Einträgen in die Fehlerspeicher von Steuergeräten kommt.
Verbraucher sind deshalb, gemäß nachfolfender Beschreibung azuschließen.

Spannungsversorgung Klemme 15
Grundsätzlich ein Relais einbauen, das über Klemme 15 (Bolzen 96,) angesteuert wird.
Die Last muss über eine Sicherung an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91, Zentralelektrik Rückseite) angeschlossen werden (siehe Bild 96). Die maximale Last darf 10 Ampere nicht überschreiten.

Spannungsversorgung Klemme 30
- Bei einer maximalen Last bis 10 Ampere über eine Sicherung direkt an Klemme 30 (Bolzen 90-1, 90-2 und 91, siehe Bild 96 Zentralelektrik Rückseite) anschließen.
- Bei einer Last >10 Ampere über eine Sicherung direkt an die Batterien anschließen.

Spannungsversorgung Klemme 31
- Nicht an die Batterien anschließen, sondern an den Massepunkten innerhalb (siehe Bild 96, Zentralelektrik Rückseite) und außerhalb (linkes hinteres Motorlager) des Fahrerhauses.

Bild 96: Zentralelektrik, Rückseite ESC-720

Serienmäßig ist hier keine Leitung angeschlossen, der Bolzen kann jedoch - mit einer Brücke auf Bolzen 94 - als zusätzlicher Anschlussbolzen für Klemme 15 verwendet werden.

Klemme 31

95

92

94

G

A1 A2

91

H

D

90

90

C A3 B

F

>PC - GF 10 <

89 60 71

MAN

81.25444.6074

96

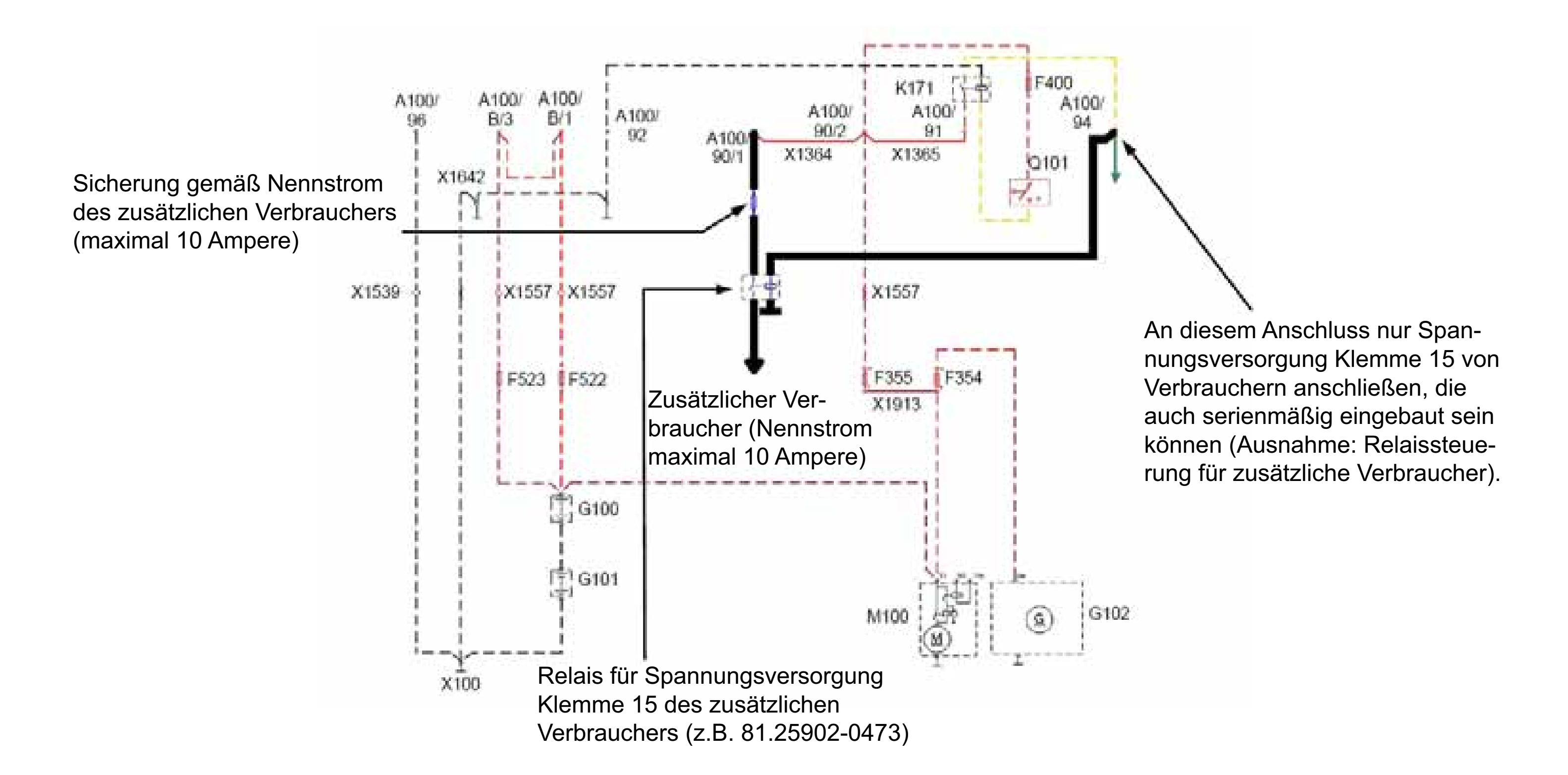
Klemme 15

Klemme 31
für Sensoren

Klemme 30



Schaltplan, zusätzliche Verbraucher



Legende:

A1 00	Zentralelektrik
F354	Hauptsicherung Klemme 30
F355	Hauptsicherung Klemme 30
F400	Sicherung Lenkradschloss
F522	Sicherung Leitung 30000
F523	Sicherung Leitung 30000
G100	Batterie 1
G101	Batterie 2
G102	Generator
K171	Relais Klemme 15
M100	Starter
Q101	Zündschloss
X1 00	Masseanschluss Motor
X1 364	Brücke zwischen Anschlussbolzen 90-1 und 90-2 der Zentralelektrik
X1 365	Brücke zwischen Anschlussbolzen 90-2 und 91 der Zentralelektrik
X1 539	
X1 557	Steckverbindung Fahrerhaustrennstelle
X1 642	Massepunkt im Fahrerhaus hinter Instrumentierung
X1 644	Massepunkt im Fahrerhaus neben Zentralelektrik
X1 913	Brücke für Leitung 30076 im Kabelkanal auf dem Motor



6.6 Beleuchtungsanlage

Wird die lichttechnische Einrichtung (Beleuchtungsanlage) geändert, erlischt die Teilbetriebserlaubnis nach EG-Richtlinie 76/756/EWG inkl. Änderung 97/28/EG.
Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Anordnung der Beleuchtungsanlage maßlich verändert oder eine Leuchte durch eine andere, von MAN nicht freigegebene, ersetzt wird. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Aufbauhersteller verantwortlich.
Insbesondere die in LED-Technik ausgeführten Seitenmarkierungsleuchten nicht mit anderen Leuchten erweitern, dies führt zur Zerstörung des ZBR (zentraler Bordrechner)!

Die maximale Belastung der Beleuchtungsstrompfade ist zu beachten. Der Einbau von stärkeren Sicherungen als in der Zentralelektrik jeweils angegeben, ist nicht zulässig.

Folgende Richtwerte sind als Maximalwerte zu berücksichtigen:

Standlicht	5A	je Seite
Bremslicht	4x21 W	ausschließlich Lampen
Fahrrichtungsanzeiger	4x21 W	ausschließlich Lampen
Nebelschlussleuchten	4x21 W	ausschließlich Lampen
Rückfahrlicht	5A	insgesamt.

Der Begriff „ausschließlich Lampen“ weist darauf hin, dass diese Strompfade von dem Zentralen Bordrechner auf Fehler überwacht werden, die dann zur Anzeige gebracht werden. Der Einbau von LED-Beleuchtungselementen, die nicht von der MAN freigegeben sind, ist verboten.
Beachten Sie, dass bei MAN-Fahrzeugen eine Masseleitung verwendet wird, eine Rückführung über den Rahmen ist nicht zulässig (siehe auch Abschnitt 6.2 Leitungsverlegung, Masseleitung).
Nach erfolgter Aufbaumontage muss die Grundeinstellung der Scheinwerfer neu festgelegt werden.
Dies muss auch bei Fahrzeugen mit Leuchtweitenregulierung direkt an den Scheinwerfern vorgenommen werden, da eine Verstellung mit dem Regler nicht die Grundeinstellung am Fahrzeug ersetzt. Erweiterungen oder Änderungen an der Beleuchtungsanlage müssen in Absprache mit der nächsten Servicestelle mit MAN-cats® vorgenommen werden, da eine Anpassung von Parametern der Bordelektronik mittels MAN-cats® erforderlich werden kann, siehe auch Abschnitt 6.10.2.

6.7 Elektromagnetische Verträglichkeit

Aufgrund der Wechselwirkung zwischen den verschiedenen elektrischen Bauteilen, elektronischen Systemen, dem Kraftfahrzeug und der Umwelt ist die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu prüfen.
Alle Systeme in MAN-Nutzfahrzeugen erfüllen die Anforderungen nach MAN-Norm M 3285, erhältlich über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich).

MAN-Fahrzeuge erfüllen bei der Auslieferung ab Werk die Anforderungen der EG-Richtlinie 72/245/EWG einschließlich 95/54/EG und deren Änderung 2004/104/EG. Sämtliche Geräte die vom Aufbauhersteller am Fahrzeug angebracht werden (Definition der Geräte nach 89/336/EWG), müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.
Der Aufbauhersteller ist für die EMV seiner Komponente bzw. seines Systems verantwortlich.
Nach dem Einbau von elektrischen/ elektronischen Systemen oder Komponenten ist der Aufbauhersteller verantwortlich, dass das Fahrzeug weiterhin den aktuellen gesetzlichen Vorschriften entspricht.
Die Rückkopplungsfreiheit der Aufbauelektrik/ -elektronik gegenüber dem Fahrzeug ist stets zu gewährleisten, vor allem wenn aufbauseitige Störungen den Betrieb von Mauterfassungsgeräten, Telematikgeräten, Telekommunikationseinrichtungen oder anderen Fahrzeugausstattungen beeinflussen können.

6.8 Funkgeräte und Antennen

Sämtliche Geräte die am Fahrzeug angebracht werden, müssen den jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.
Alle funktechnischen Einrichtungen (wie z.B. Funkanlagen, Mobiltelefone, Navigationssysteme, Mauterfassungsgeräte usw.) sind fachgerecht mit Außenantennen zu versehen.

Fachgerecht heißt:

- Funktechnische Einrichtungen, z.B. eine Funkfernsteuerung für Aufbaufunktionen dürfen zu keiner Beeinflussung der Nutzfahrzeugfunktionen führen.
- Bereits vorhandene Leitungen nicht versetzen oder für zusätzliche Zwecke benutzen.
- Eine Nutzung als Stromversorgung ist nicht erlaubt (Ausnahme: freigegebene MAN-Aktiv-Antennen und deren Zuleitungen).
- Beeinträchtigungen des Zuganges zu anderen Fahrzeugkomponenten bei Wartungs- und Reparaturmaßnahmen dürfen nicht entstehen.
- Bei Bohrungen im Dach sind die von MAN vorgesehenen Positionen zu nutzen, und das dafür freigegebene Montagematerial (wie z.B. Schabenut-Schneidmutter, Dichtungen) zu verwenden.

Über den Ersatzteildienst können die von MAN freigegebenen Antennen, Leitungen, Kabel, Buchsen und Stecker bezogen werden.

Nach Anhang I der EU-Rats-Richtlinie 72/245/EWG in der Fassung 2004/104/EG wird vorgeschrieben, dass mögliche Anbauorte von Sendeantennen, zulässige Frequenzbänder und die Sendeleistung zu veröffentlichen sind.

Für folgende Frequenzbänder ist die fachgerechte Montage an den von MAN vorgeschriebenen Befestigungspunkten (siehe Bild 97) auf dem Fahrerhausdach zulässig.

Tabelle 24: Frequenzbänder mit zul. Montageort Dachbefestigung

Frequenzband	Frequenzbereich	max. Sendeleistung
Kurzwelle	< 50 MHz	10 W
4 m-Band	66 MHz bis 88 MHz	10 W
2 m-Band	144 MHz bis 178 MHz	10 W
70 cm Band	380 MHz bis 480 MHz	10 W
GSM 900	880 MHz bis 915 MHz	10 W
GSM 1800	1.710,2 MHz bis 1.785 MHz	10 W
GSM 1900	1.850,2 MHz bis 1.910 MHz	10 W
UMTS	1.920 MHz bis 1.980 MHz	10 W

Bild 97: Einbauorte Antennen ESC-560

Schnitt Einbau Antenne 81.28205.0080
Blechdach

81.28240.0151
Anzugdrehmoment 6 NM
Übergangswiderstand ≤ 1 Ω

Schnitt Einbau Antenne 81.28205.0080
Hochdach

81.28240.0151
Anzugdrehmoment 6 NM
Übergangswiderstand ≤ 1 Ω

Schematische Darstellung
Blechdächer
L/R10;12;15;32;40

Position 3
Position 1
Position 2

Schematische Darstellung
Hochdächer
L/R37;41;47

Position 3
Position 1
Position 2

Schnitt Y=0
Blechdach

81.28200.8355
Anzugdrehmoment 6 NM
Übergangswiderstand ≤ 1 Ω

Schnitt Y=0
Hochdach

81.28200.8355
Anzugdrehmoment 6 NM
Übergangswiderstand ≤ 1 Ω

Benennung	Sachnummer	Position	Antenne sh. Stückliste Elektrik
Einbau Antenne	81.28200.8365	Pos. 1	Radioantenne
Einbau Antenne	81.28200.8367	Pos. 1	Radioantenne + D -u. E-Netz
Einbau Antenne	81.28200.8369	Pos. 1	Radioantenne + D -u. E-Netz + GPS
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8370	Pos. 2	CB - Funkantenne
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8371	Pos. 3	
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8372	Pos. 2	Bündelfunkantenne
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8373	Pos. 3	
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8374	Pos. 2	Funkantenne 2m Band
Einbau Funkantenne RL	81.28200.8375	Pos. 3	
Einbau Antenne LL	81.28200.8377	Pos. 3	GSM- und GPS-Antenne für Mautsystem
Einbau Antenne RL	81.28200.8378	Pos. 2	
Einbau Funkantenne LL	81.28200.8004	Pos. 2	CB - Funk- und Radioantenne
Einbau Kombiantenne RL	81.28205.8005	Pos. 3	GSM + D u. E-Netz+GPS+CB-Funkantenne
Einbau Kombiantenne LL	81.28205.8004	Pos. 2	



6.9 Schnittstellen am Fahrzeug, Aufbauvorbereitungen

Außer über die von MAN bereitgestellten Schnittstellen (z.B. für Ladebordwand, für Start- / Stoppeinrichtung, für Zwischendrehzahlregelung, FMS-Schnittstelle) sind Eingriffe in das Bordnetz nicht erlaubt.
Der Abgriff von CAN-Bussen ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbauer-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM). Die Schnittstellen sind im Heft ‚Schnittstellen TG' vollständig dokumentiert.
Wenn ein Fahrzeug mit Aufbauvorbereitungen (z.B. Start-Stopp-Einrichtung am Rahmenende) bestellt wird, sind diese ab Werk verbaut und teilweise angeschlossen. Die Instrumentierung ist entsprechend der Bestellung vorbereitet.
Der Aufbauhersteller muss sich vor Inbetriebnahme der Aufbauvorbereitungen vergewissern, dass er die jeweils gültigen Schaltpläne und Kabelstrangzeichnungen verwendet (siehe auch Abschnitt 6.4). Für die Überführung des Fahrzeuges zum Aufbauhersteller sind von MAN Transportsicherungen eingebaut (an den Schnittstellen hinter der Frontklappe auf der Beifahrerseite).
Zur Inbetriebnahme der jeweiligen Schnittstelle sind die Transportsicherungen fachgerecht zu entfernen.
Nachrüstung von Schnittstellen und/ oder Aufbauvorbereitungen sind oft nur mit hohem Aufwand und unter Hinzuziehung eines Elektronikspezialisten der MAN-Serviceorganisation durchführbar.

Abnahme D+ Signal (Motor läuft)
Achtung: D+ darf bei TG-Fahrzeugen nicht vom Generator abgegriffen werden.
Neben den an der KSM-Schnittstelle zur Verfügung gestellten Signalen und Informationen besteht die Möglichkeit das D+ Signal wie folgt abzugreifen: Der Zentrale Bordrechner (ZBR) stellt ein Signal „Motor läuft" (+24 V) zur Verfügung.
Dieses kann direkt am ZBR (Stecker F2 Pin 17) abgegriffen werden. Die maximale Belastung dieses Anschlusses darf 1 Ampere nicht überschreiten. Zu beachten ist, dass hier auch interne Verbraucher angeschlossen sein können, die Rückwirkungsfreiheit an diesem Anschluss ist zu gewährleisten.

Datenfernübertragung „Remote Download (RDL)" von Informationen des Massenspeichers von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte.
MAN unterstützt die herstellerübergreifende Datenfernübertragung von Informationen des Massenspeicher von digitalen Fahrtenschreibern und der Daten der Fahrerkarte (RDL = remote download).
Die Schnittstelle hierzu ist im Internet auf www.fms-standard.com veröffentlicht.

6.9.1 Elektrische Schnittstelle Ladebordwand

Siehe Kapitel ‚Ladebordwand'

6.9.2 Start-Stopp Einrichtung am Rahmenende

Die Vorbereitung „Start-Stopp Einrichtung" ist ein von der ZDR-Schnittstelle unabhängiges System und muss separat bestellt werden.
Bei der Realisierung einer Verschaltung des Aufbauherstellers ist die Bezeichnung **Start-Stopp** zu gebrauchen.
Diese Bezeichnung ist nicht mit dem Begriff **Not-Aus** zu verwechseln.

6.9.3 Geschwindigkeitssignal abnehmen

Achtung! Sämtliche Arbeiten am Tachografen sind bei ausgeschalteter Zündung vorzunehmen, um Fehlereinträge im Steuergerät zu vermeiden!
Es ist möglich das Geschwindigkeitssignal des Tachografen abzunehmen.
Dabei ist sicherzustellen, dass die Belastung des entsprechenden Pins 1 mA nicht übersteigt!
Dies entspricht in der Regel zwei angeschlossenen Peripheriegeräten. Sollte diese Abgriffmöglichkeit nicht ausreichen, sind Impulsverteiler mit der MAN Sachnummer:
81.25311-0022 (3 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1 mA für jeden Ausgang)
oder 88.27120-0003 (5 • v-Impuls Ausgang, max. Belastung 1mA für jeden Ausgang)
anzuschließen.



Möglichkeiten zum Abgriff des ‚B7-Signals' = Geschwindigkeitssignal:

1) Am Stecker B / Pin 7 oder PIN 6 an der Rückseite des Tachografen
2) An der 3-poligen Steckverbindung X4366/Kontakt 1. Die Steckverbindung befindet sich hinter einer Abdeckung auf der fahrerseitigen A-Säule im Bereich des Fahrerfußraums.
3) An der 2-ploigen Steckverbindung X4659, Kontakt 1 oder 2, die Steckverbindung befindet sich hinter der Zentralelektrik.
4) An der werksseitig verbauten Schnittstelle mit kundenspezifischem Steuermodul ab STEP1 (siehe Heft Schnittstelle TG Kapitel 4.3)

6.10 Elektronik

In der Baureihe TGA wird eine Vielzahl elektronischer Systeme zur Regelung, Steuerung und Überwachung von Fahrzeugfunktionen eingesetzt. Das elektronische Bremssystem (EBS), die elektronische Luftfederung (ECAS) und die elektronische Dieseleinspritzung (EDC) sind einige Beispiele. Eine vollständige Vernetzung der Geräte untereinander gewährleistet, dass Messwerte gleichermaßen von allen Steuergeräten benutzt werden können.
Dies führt zur Reduzierung von Sensoren, Leitungen und Steckverbindungen und damit zur Reduzierung von Fehlerquellen.
Die Netzwerkleitungen sind im Fahrzeug an der Verdrillung erkennbar. Es werden parallel mehrere CAN-Bussysteme eingesetzt, so lassen sie sich optimal an ihre jeweiligen Aufgaben anpassen.
Alle Datenbussysteme sind zur exklusiven Nutzung durch die MAN-Fahrzeugelektronik vorgesehen, ein Zugriff auf diese Bussysteme ist untersagt, Ausnahme ist der Aufbauer-CAN-Bus, siehe TG-Schnittstelle des Steuergerätes für den externen Datenaustausch (KSM).

6.10.1 Anzeige- und Instrumentierungskonzept

Das Kombiinstrument im TGA ist im Steuergeräteverbund über ein CAN-Bussystem eingebunden.
Im Zentraldisplay erfolgt eine direkte Fehleranzeige mit Klartext oder Fehlercode. Die Instrumentierung erhält per CAN-Botschaft sämtliche Informationen die zur Anzeige gebracht werden. Statt Glühbirnen finden nur langlebige Leuchtdioden Verwendung.
Die Symbolscheibe ist fahrzeugspezifisch ausgelegt, d. h. nur bestellte Funktionen und Vorbereitungen sind tatsächlich vorhanden.
Wenn nachträglich Funktionen in das Fahrzeug eingebaut werden die zur Anzeige gebracht werden sollen (z.B. Nachrüstung von Ladebordwand, Gurtstraffer, Kipperanzeige), ist eine Neuparametrierung mit MAN-cats® notwendig und eine angepasste Symbolscheibe entsprechend der neuen Parametrierung über den MAN-Ersatzteildienst zu bestellen.
Für Aufbauhersteller besteht auf diesem Weg die Möglichkeit, aufbauseitige Funktionen wie z.B. Ladebordwand oder Kipperbetrieb im Fahrzeug zu parametrieren und die Instrumentierung bei der Fahrzeugmontage mit den erforderlichen Symbolen zu bestücken. Es ist weder möglich Aufbauherstellerfunktionen ‚auf Vorrat' zu integrieren, noch erlaubt, dass der Aufbauhersteller im Zentraldisplay eigene Funktionen einbringt oder Signale auf der Rückseite der Instrumentierung anzapft.

6.10.2 Diagnosekonzept und Parametrierung mit MAN-cats®

MAN-cats® ist in der 2. Generation das MAN-Werkzeug für Diagnose und Parametrierung der elektronischen Systeme im Fahrzeug. MAN-cats® ist deshalb in allen MAN-Servicestellen im Einsatz. Wenn der Aufbauhersteller oder Kunde bereits bei der Fahrzeugbestellung den gewünschten Brancheneinsatz oder die Aufbauart übermitteln kann (z.B. für die ZDR-Schnittstelle werden diese bereits ab Werk per EOL-Programmierung (EOL = end of line, Programmierung am Bandende) in das Fahrzeug eingespielt.
Der Einsatz von MAN-cats® ist dann erforderlich, wenn diese Parameter geändert werden sollen.
Die Elektronikspezialisten der MAN-Servicestellen haben die Möglichkeit, auf Systemspezialisten im MAN-Werk zurückzugreifen, um bei bestimmten Eingriffen am Fahrzeug die entsprechenden Freigaben, Genehmigungen und Systemlösungen zu erhalten.

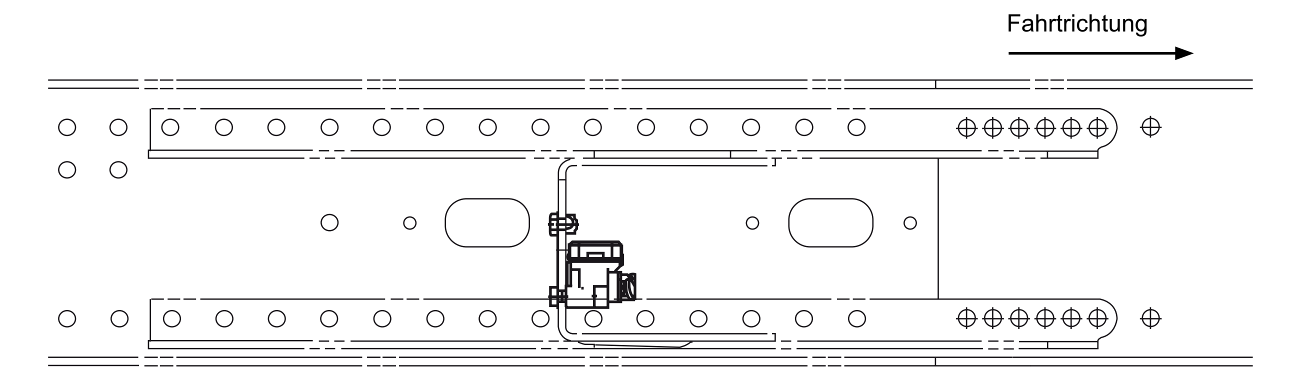
6.10.3 Parametrierung der Fahrzeugelektronik

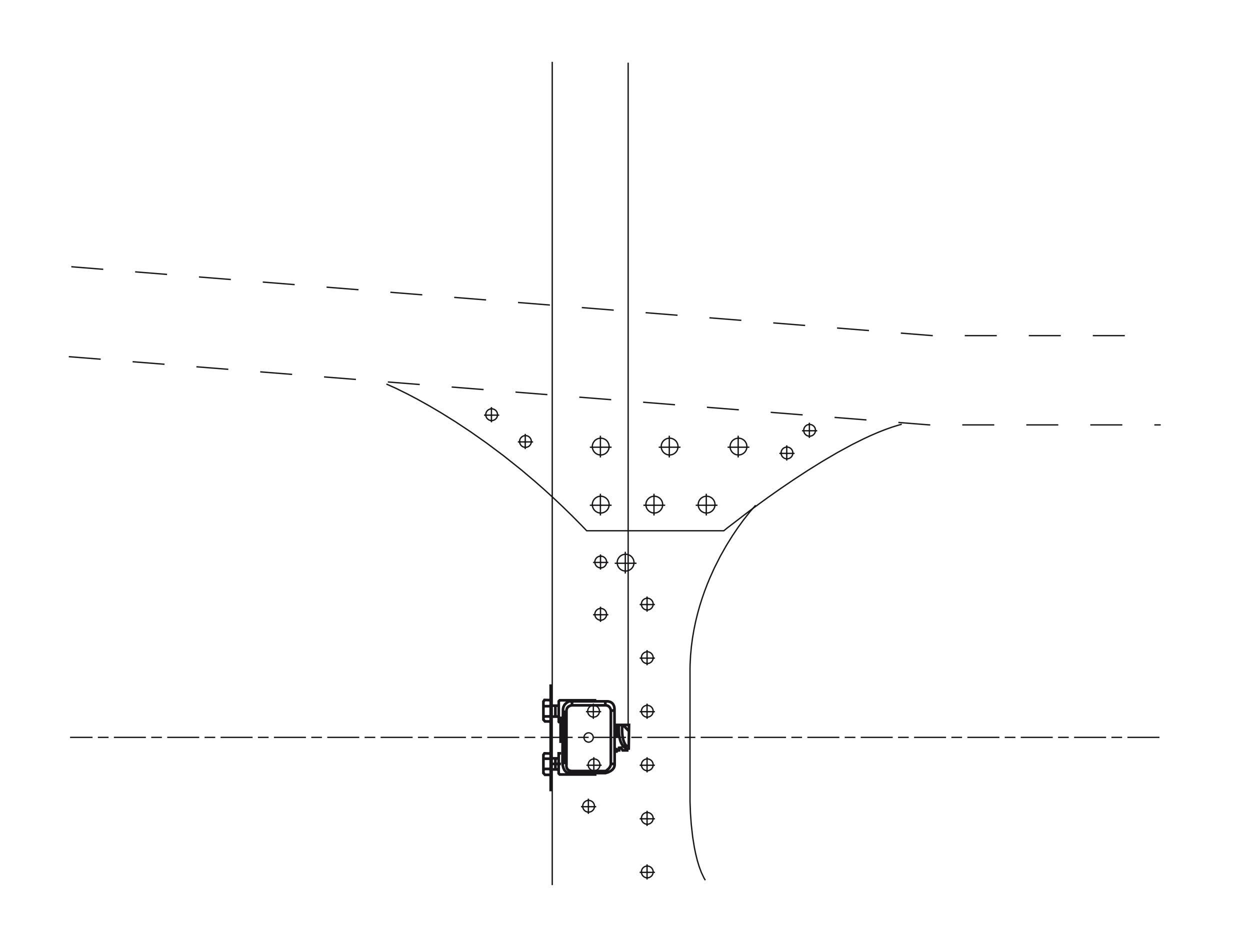
Bei genehmigungspflichtigen oder sicherheitskritischen Änderungen am Fahrzeug, erforderlicher Anpassung des Fahrgestells an den Aufbau, Umbaumaßnahmen oder Nachrüstungen ist über einen MAN-cats® Spezialisten der nächsten MAN-Servicestelle vor dem Beginn der Arbeiten abzuklären, ob eine neue Fahrzeugparametrierung erforderlich ist.

6.10.4 ESP-Gierratensensor

Die Position und die Befestigung des Gierratensensors und seine Befestigung darf nicht verändert werden.

Bild 98: Beispiel eines Einbaus ESP-Gierratensensor ESC-561







7. Nebenabtriebe → siehe separates Heft

8. Bremsen, Leitungen

Die Bremsanlage zählt zu den wichtigsten Sicherheitsbauteilen des Lkw. Änderungen der gesamten Bremsanlage einschließlich der Leitungen dürfen nur von entsprechend geschultem Personal ausgeführt werden. Nach jeder Änderung ist eine komplette Sicht-, Hör-, Funktions- und Wirkungsprüfung der gesamten Bremsanlage durchzuführen.

8.1 ALB, EBS-Bremse

Durch das EBS ist eine Prüfung der ALB-Einstellung durch den Aufbauhersteller hinfällig, eine Einstellung kann auch nicht vorgenommen werden. Eine Prüfung ist allenfalls im Rahmen der turnusmäßigen Überwachung der Bremsanlage (in Deutschland SP und §29 StVZO) erforderlich. Ist eine solche Bremsenprüfung nötig, dann ist eine Spannungsmessung mittels Diagnosesystem MAN-cats® vorzunehmen oder die Winkelstellung des Gestänges am Achslastsensor optisch zu prüfen.
Keinesfalls den Stecker am Achslastsensor abziehen.
Vor dem Austausch von Blattfedern, z.B. durch stärkere, ist mit der MAN-Werkstatt zu klären, ob eine neue Parametrierung des Fahrzeuges erforderlich ist, um die korrekte ALB-Einstellung vornehmen zu können.

8.2 Brems- und Druckluftleitungen

8.2.1 Grundsätze

- Polyamidrohre (= PA-Rohre) sind unbedingt:
  - von Heizquellen fernzuhalten
  - scheuerfrei zu verlegen
  - spannungsfrei
  - und ohne Knick zu verlegen.
- Es dürfen nur PA-Rohre nach MAN-Norm M 3230 Teil 1 verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich). Diese Rohre sind - der Norm entsprechend - alle 350mm mit einer Nummer gekennzeichnet, die mit ‚M 3230‘ beginnt.
- Vom Luftpresser zum Lufttrockner bzw. Druckregler sind Edelstahlrohre vorgeschrieben.
- Leitungen bei Schweißarbeiten durch Ausbauen schützen, Schweißarbeiten siehe auch Abschnitt ‚Schweißen am Rahmen‘.
- Wegen der möglichen Wärmeentwicklung dürfen PA-Rohre nicht an Metallrohren oder -haltern befestigt werden, die mit folgenden Aggregaten verbunden sind:
  - Motor
  - Luftpresser
  - Heizung
  - Kühler
  - Hydraulik.



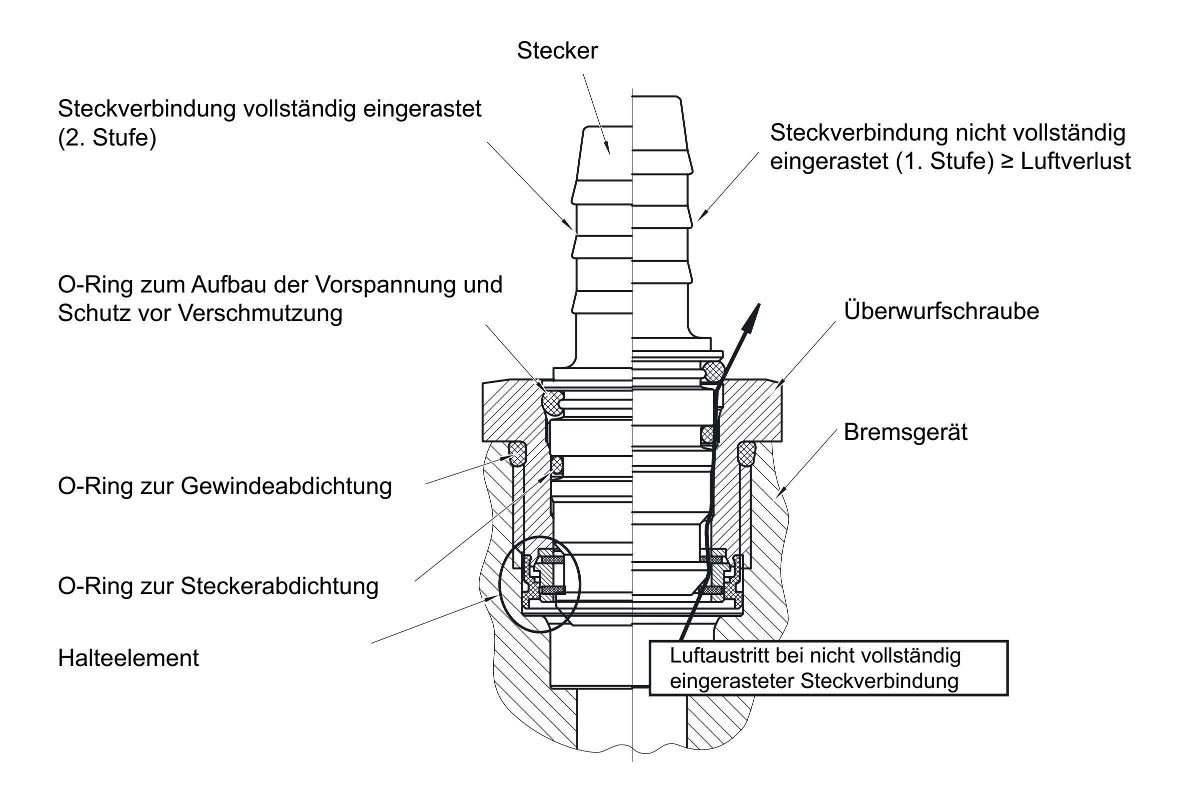
8.2.2 Steckverbinder, des Systems Voss 232

Bei Brems-/ Luftleitungen sind nur Steckverbinder der Systeme Voss 232 (MAN-Norm: M 3298) und Voss 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder wie Doppeldorn; MAN-Norm: M 3061) zulässig.
Die genannte Norm gibt ausführliche Verarbeitungshinweise und ist für die Montage von pneumatischen Leitungen und Aggregaten verbindlich anzuwenden. Bezugsmöglichkeit der genannten MAN-Normen besteht für Aufbauhersteller über www.normen.man-nutzfahrzeuge.de (Registrierung erforderlich).

Das System 232 hat zwei Raststufen. Wenn der Stecker nur in der ersten Stufe eingerastet ist, ist die Verbindung beim System 232 gewollt undicht, eine unkorrekte Steckerrastung ist sofort an der Geräuschentwicklung erkennbar.

- Das System muss beim Herausdrehen der Überwurfschraube drucklos sein.
- Nach dem Lösen der Verbindung Stecker/ Überwurfschraube muss die Überwurfschraube erneuert werden, da das Halteelement beim Lösen der Verbindung zerstört wird.
- Deshalb ist zum Lösen der Verbindung einer Leitung an einem Aggregat die Überwurfschraube herauszudrehen. Das Kunststoffrohr bildet mit Stecker, Überwurfschraube und Halteelement eine wieder verwendbare Einheit. Nur der O-Ring zur Gewindeabdichtung (siehe Bild 99) muss gegen einen neuen ausgetauscht werden (der O-Ring ist zu fetten, die Überwurfschraube zu säubern).
- Die oben beschriebene Einheit der Steckverbindung ist handfest in das Aggregat einzuschrauben und anschließend mit 12 ± 2 Nm in Metall bzw. 10 + 1 Nm in Kunststoff festzuziehen.

Bild 99: Voss System 232, Funktionsprinzip ESC-174



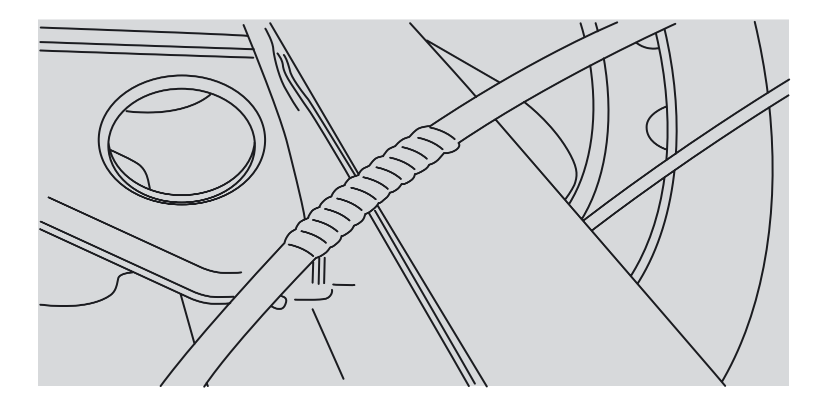


8.2.3 Verlegung und Befestigung von Leitungen

Grundsätze der Leitungsverlegung:

- Eine lose Verlegung von Leitungen ist nicht zulässig, vorgesehene Befestigungsmöglichkeiten und/ oder Rohre sind zu verwenden.
- Kunststoffrohre beim Verlegen nicht erwärmen, auch dann nicht wenn Rohre in Bögen verlegt werden müssen.
- Bei der Rohrbefestigung ist darauf zu achten, dass ein Verdrehen der PA-Rohre ausgeschlossen ist.
- Am Bogenanfang und -ende je eine Rohrschelle oder bei Rohrbündeln je einen Kabelbinder anbringen.
- Kabelbaumwellrohre werden im Rahmen auf Kunststoffkonsolen und im Motorbereich auf vorbereiteten Kabeltrassen mit Rasterbändern aufgebunden oder mittels Clip-Technik befestigt.
- Niemals mehrere Leitungen an einer Schelle befestigen.
- Es dürfen nur PA-Rohre (PA = Polyamid) nach DIN 74324 Teil 1 oder MAN-Norm M 3230 Teil 1(Erweiterung der DIN 74324 Teil 1) verwendet werden (www.normen.man-nutzfahrzeuge.de, Registrierung erforderlich).
- Auf die verlegte Länge bei PA-Rohren 1% Längenzugabe geben (entspricht 10 mm je Meter Kabellänge), weil Kunststoffrohre sich bei Kälte zusammenziehen und eine Gebrauchsfähigkeit bis -40°C gegeben sein muss.
- Ein Erwärmen von Rohren bei der Verlegung ist unzulässig.
- Zum Kürzen von Kunststoffrohren muss eine Kunststoffrohr-Abschneidezange verwendet werden, da ein Absägen zu unzulässiger Gratbildung an der Schnittfläche und Spanbildung im Rohr führt.
- PA-Rohre dürfen an Rahmenkanten bzw. in Rahmendurchbrüchen anliegen. Eine minimale Abflachung am PA-Rohr (max. 0,3 mm tief) an den Berührungsstellen kann toleriert werden. Kerbartige Anscheuerungen sind jedoch nicht zulässig.
- Die Berührung von PA-Leitungen untereinander ist erlaubt. Es entsteht an der Berührungsstelle eine minimale gegenseitige Abflachung.
- PA-Leitungen dürfen parallel (nicht über Kreuz) mit Rasterband gebündelt werden. PA- und Wellrohre sind sortenrein zu bündeln. Die Einschränkung der Beweglichkeit durch den Aussteifungseffekt ist zu beachten.
- Das Abdecken von Rahmenkanten mit einem aufgeschnittenen Wellrohr ist schädlich, das PA-Rohr wird an der Berührungsstelle mit dem Wellrohr angegriffen.
- Punktförmige Auflagen an Rahmenschnittkanten können mit einer sog. ‚Schutzspirale' geschützt werden (siehe Bild 100). Die Schutzspirale muss das zu schützende Rohr stramm und in seinen Windungen geschlossen fassen. (Ausnahme: PA-Leitungen Ø ≤ 6 mm).

Bild 100: Schutzspirale auf PA-Rohr ESC-151





- Berührung von PA-Leitungen/ PA-Wellrohren mit Aluminiumlegierungen z.B. Alu-Tank, Kraftstofffiltergehäuse) ist nicht erlaubt, da Aluminiumlegierungen mechanisch abgetragen werden (Brandgefahr).
- Kreuzende, pulsierende Leitungen (z.B. Kraftstoff) dürfen am Kreuzungspunkt nicht mit einem Rasterband zusammen gebunden werden (Scheuergefahr).
- An Einspritzleitungen und kraftstoffführenden Stahlleitungen für Flammstartanlage dürfen keine Leitungen festgerastet werden (Scheuergefahr, Brandgefahr).
- Mitgeführte Zentralschmierungs- und ABS-Sensorkabel dürfen an Luftschläuchen nur mit Distanzgummi angerastert werden.
- An Kühlmittel- und Hydraulikschläuchen (z.B. Lenkung) darf nichts angerastert werden (Scheuergefahr).
- Anlasserkabel dürfen auf keinen Fall mit kraftstoff- oder ölführenden Leitungen gebündelt werden, da Scheuerfreiheit bei der Pluspol-Leitung oberstes Gebot ist!
- Wärmeeinwirkungen: Hitzestau in gekapselten Bereichen beachten. Ein Anliegen der Leitungen an Wärmeabschirmblechen ist nicht zulässig (Mindestabstand zu Wärmeabschirmblechen ≥ 100 mm, zum Auspuff ≥ 200 mm)
- Metallleitungen sind vorverfestigt und dürfen weder gebogen noch so montiert werden, dass sie sich im Betrieb verbiegen können.

Falls Aggregate/ Bauteile zu einander beweglich gelagert sind, dann müssen beim Übertritt der Leitungen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Die Leitung muss der Bewegung des Aggregates problemlos folgen können, dafür ist auf ausreichende Spielräume zu bewegten Teilen zu achten (Ein- und Ausfederung, Lenkeinschlag, Fahrerhauskippen). Eine Dehnung von Leitungen ist nicht zulässig.
- Der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ist als feste Spannstelle exakt zu definieren.
  Das PA- oder Well-Rohr wird in der Spannstelle stramm mit einem möglichst breiten Rasterband oder einer an den Durchmesser des Rohres angepassten Schelle gefasst.
- Werden PA- und Well-Rohr am gleichen Übergang verlegt, so wird zuerst das steifere PA-Rohr versorgt.
  Das weichere Well-Rohr wird auf das PA-Rohr aufgerastert.
- Eine Leitung verträgt Bewegungen quer zur Verlegungsrichtung, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Spannstellen zu achten ist. (Faustformel: Abstand der Spannstellen ≥ 5 x der zu überbrückenden Bewegungsamplitude)
- Große Bewegungsamplituden überbrückt man am besten mit einer U-förmigen Verlegung und einem Bewegungsablauf längs der U-Schenkel:

Faustformel für die minimale Länge der Bewegungsschleife:
minimale Länge der Bewegungsschleife = 1/2 · Bewegungsamplitude · Mindestradius · π

- Folgende Mindestradien sind bei PA-Rohren zu beachten (der jeweilige Anfangs- und Endpunkt der Bewegungsstrecke ist als feste Spannstelle exakt zu definieren):

Tabelle 25: Mindestradien bei PA-Rohren

Nenn - Ø [mm]	4	6	9	12	14	16
Radius ≥ [mm]	20	30	40	60	80	95

- Zur Befestigung der Leitungen Schellen aus Kunststoff verwenden, maximalen Schellenabstand nach Tabelle 26 beachten.

Tabelle 26: Maximaler Schellenabstand in Abhängigkeit der Rohrgröße

Rohrgröße	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Schellenabstand [mm]	500	500	600	600	700	700	800	800	800



8.2.4 Druckluftverlust

Druckluftanlagen können keinen 100%-igen Wirkungsgrad bieten, dazu gehört auch, dass leichte Leckagen oft, trotz gewissenhafter Auslegung, unvermeidlich sind. Die Frage ist, welcher Druckluftverlust unvermeidlich ist und welcher zu hoch ist. Vereinfacht ist jeder Druckluftverlust zu vermeiden, der innerhalb einer Frist von 12 Stunden nach Abstellen eines Fahrzeugs dazu führt, dass nicht sofort nach dem Anlassen des Motors gefahren werden kann. Davon abgeleitet gibt es zwei alternative Methoden um festzustellen, ob ein Luftverlust unvermeidlich ist oder nicht:

- Innerhalb von 12 Stunden nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf in keinem Kreis ein Druck < 6 bar sein. Die Prüfung ist mit nicht belüfteten Federspeichern, also mit eingelegter Feststellbremse durchzuführen.
- Innerhalb von 10 Minuten nach Befüllung bis zum Abschaltdruck darf der Druck im zu prüfenden Kreis um höchstens 2% gefallen sein.

Ist der Luftverlust größer als oben beschrieben, dann ist eine unzumutbare Leckage vorhanden, die abgestellt werden muss.

8.3 Anschluss von Nebenverbrauchern

Alle Leitungen im Druckluftsystem sind bei TGA mit den Voss Systemen 232 und 230 (für kleine Rohre NG6 und Sonderverbinder z.B. Doppeldorn) ausgeführt. Nur das jeweilige Originalsystem ist bei Arbeiten am Fahrgestell zulässig.
Ein Anschluss von aufbauseitigen Druckluftverbrauchern an das Druckluftsystem darf ausschließlich im Kreis für Nebenverbraucher erfolgen. Für jeden zusätzlichen Verbraucher mit einem pneumatischen Anschluss > NG6 (6 x 1 mm) ist ein eigenes Überströmventil nötig.

Verboten ist der Anschluss von Nebenverbrauchern:

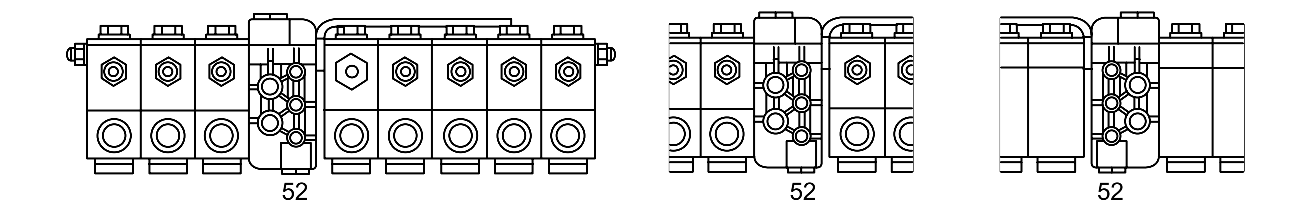
- in den Kreisen für Betriebs- und Feststellbremse
- an den Prüfanschlüssen (auf einer Verteilerplatte auf der Fahrerseite leicht zugänglich montiert)
- direkt am ECAM (electronic controlled air manufacturing) bzw. Vierkreisschutzventil.

MAN schließt eigene Luftverbraucher über eine Verteilerleiste am Magnetventilblock an, dieser ist am Querträger im Rahmenknick montiert.

Für Aufbauhersteller bestehen zwei Anschlussmöglichkeiten:

In der Mitte des Verteilerblocks ist ein Verteiler für Nebenverbraucher (siehe Bild 101) dessen Anschluss 52 (blind verschlossen) für aufbauseitige Nebenverbraucher ist. Der Anschluss erfolgt mit dem Voss System 232 NG8 über ein vom Aufbauhersteller separat zu montierendes Überströmventil.

Bild 101: Anschluss am Verteiler für Nebenverbraucher ESC-180



Die andere Möglichkeit ist ein Anschluss an ein für aufbauseitige Nebenverbraucher ab Werk bestellbares Überström- und Rückschlagventil. Schließdruck 7,3-0,3 bar, siehe Bild 102. Der Anschluss ist ein Gewinde M22 x 1,5.

Bild 102: Druckluftanschluss für Nebenverbraucher



8.4 Nachrüstung von MAN fremden Dauerbremsen

Der Einbau von MAN nicht dokumentierten Dauerbremsen (Retarder, Wirbelstrombremsen) ist grundsätzlich nicht möglich.
Die Nachrüstung von MAN-fremden Dauerbremsen ist unzulässig, weil die hierzu erforderlichen Eingriffe in die elektronisch gesteuerte Bremse (EBS) und das fahrzeugeigene Brems- und Triebstrangmanagement unzulässig sind.

9. Berechnungen

9.1 Geschwindigkeit

Zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit aufgrund der Motordrehzahl, Reifengröße und Gesamtübersetzung gilt allgemein:

Formel 18: Geschwindigkeit

$$v = \frac{0{,}06 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Es bedeuten:

v	=	Fahrgeschwindigkeit in [km/h]
n_{Mot}	=	Motordrehzahl in [1/min]
U	=	Abrollumfang des Reifens in [m]
I_G	=	Getriebeübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
i_A	=	Achsübersetzung der Antriebsachse(n)

Für die Ermittlung der theoretischen Höchstgeschwindigkeit (oder auch bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit) wird mit 4% Motordrehzahlüberhöhung gerechnet. Die Formel lautet somit:

Formel 19: Theoretische Höchstgeschwindigkeit

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Achtung: Diese Berechnung dient ausschließlich der Ermittlung der theoretische Endgeschwindigkeit die aufgrund der Drehzahl- und Übersetzungsverhältnisse einstellt - die Formel berücksichtigt nicht, dass die tatsächliche Höchstgeschwindigkeit darunter liegt, wenn die Fahrwiderstände den Antriebskräften entgegenwirken. Eine Abschätzung der tatsächlich erreichbaren Geschwindigkeiten, anhand einer Fahrleistungsberechnung bei der sich Luft-, Roll- und Steigungswiderstand einerseits und Vortriebskraft andererseits aufwiegen, ist im Abschnitt 9.8 ‚Fahrwiderstände' nachzulesen. Bei Fahrzeugen mit Geschwindigkeitsbegrenzung nach 92/24/EWG ist die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit generell 85km/h.

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB
Bereifungsgröße:	315/80 R 22,5
Abrollumfang:	3,280 m
Getriebe:	ZF 16S 2522 TO
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	13,80
Getriebeübersetzung im schnellsten Gang:	0,84
minimale Motordrehzahl bei maximalem Motordrehmoment:	1.000/min
maximale Motordrehzahl:	1.900/min
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Straßengang:	1,007
Verteilergetriebeübersetzung G 172 im Geländegang:	1,652
Achsübersetzung:	4,00

Gewünscht wird:

1. Die Minimalgeschwindigkeit im Geländegang bei maximalem Drehmoment
2. Die theoretische Höchstgeschwindigkeit ohne Geschwindigkeitsbegrenzer

Lösung 1:

$$v = \frac{0{,}06 \cdot 1000 \cdot 3{,}280}{13{,}8 \cdot 1{,}652 \cdot 4{,}00}$$

$$v = 2{,}16 \text{ km/h}$$

Lösung 2:

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot 1900 \cdot 3{,}280}{0{,}84 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}$$

$$v = 115 \text{ km/h}$$

115 km/h sind theoretisch möglich, werden jedoch durch den Geschwindigkeitsbegrenzer auf 90 km/h festgesetzt (Einstellung aufgrund der zu berücksichtigenden Toleranzen auf 89 km/h).

9.2 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten Leistung.
Dabei ist die abgegebene Leistung immer kleiner als die zugeführte Leistung, deshalb ist der Wirkungsgrad η immer < 1 bzw. < 100%.

Formel 20: Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Bei mehreren Aggregaten, die hintereinander geschaltet sind, multiplizieren sich die Einzelwirkungsgrade.

Beispielrechnung Einzelwirkungsgrad:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe $\eta = 0{,}7$. Benötigte, also abgeführte Leistung $P_{ab} = 20$ kW.
Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu}?

Lösung:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0{,}7}$$

$$P_{zu} = 28{,}6 \text{ kW}$$



Beispielrechnung für mehrere Wirkungsgrade:

Wirkungsgrad einer Hydraulikpumpe η_1 = 0,7. Diese Pumpe treibt über ein Gelenkwellensystem mit zwei Gelenken einen Hydraulikmotor an.

Einzelwirkungsgrade:

Hydraulikpumpe:	η_1	=	0,7
Gelenkwelle Gelenk a:	η_2	=	0,95
Gelenkwelle Gelenk b:	η_3	=	0,95
Hydraulikmotor:	η_4	=	0,8

Benötigte, also abgeführte Leistung P_{ab} = 20 kW

Wie groß ist die zugeführte Leistung P_{zu}?

Lösung:

Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

$$\eta_{ges} = 0{,}7 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8$$

$$\eta_{ges} = 0{,}51$$

Zugeführte Leistung:

$$P_{zu} = \frac{20}{0{,}51}$$

$$P_{zu} = 39{,}2 \text{ kW}$$

9.3 Zugkraft

Die Zugkraft ist abhängig von:

- Motordrehmoment
- Gesamtübersetzung (einschließlich der Räder)
- Wirkungsgrad der Kraftübertragung.

Formel 21: Zugkraft

$$F_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

F_Z	=	Zugkraft in [N]
M_{Mot}	=	Motordrehmoment in [Nm]
η	=	Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang, Anhaltswerte siehe Tabelle 27
i_G	=	Getriebeübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
i_A	=	Achsübersetzung der Antriebsachse(n)
U	=	Abrollumfang des Reifens in [m]

Beispiel für Zugkraft siehe 9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit.



9.4 Steigfähigkeit

9.4.1 Weg bei Steigung oder Gefälle

Die Steigfähigkeit eines Fahrzeugs wird in % angegeben. So bedeutet z. B. die Angabe 25%, dass auf einer waagrechten Länge l = 100 m eine Höhe h = 25 m überwunden wird. Dies gilt entsprechend angewandt auch für Gefälle.
Die tatsächlich gefahrene Wegstrecke c errechnet sich dann mit:

Formel 22: Wegstrecke bei Steigung oder Gefälle

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

c	=	Wegstrecke in [m]
l	=	waagrechte Länge einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
h	=	senkrechte Höhe einer Steigung/ eines Gefälles in [m]
p	=	Steigung/ Gefälle in [%]

Beispielrechnung:

Steigungsangabe p = 25%. Wie groß ist die gefahrene Wegstrecke auf einer Länge von 200 m?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

$$c = 206 \text{ m}$$

9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel

Der Steigungs- oder Gefällewinkel α errechnet sich mit:

Formel 23: Steigungs- oder Gefällewinkel

$$\tan\alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan\frac{p}{100}, \quad \sin\alpha = \frac{h}{c}, \quad \alpha = \arcsin\frac{h}{c}$$

α	=	Steigungswinkel in [°]
p	=	Steigung/Gefälle in [%]
h	=	senkrechte Höhe einer Steigung/eines Gefälles in [m]
c	=	Wegstrecke in [m]

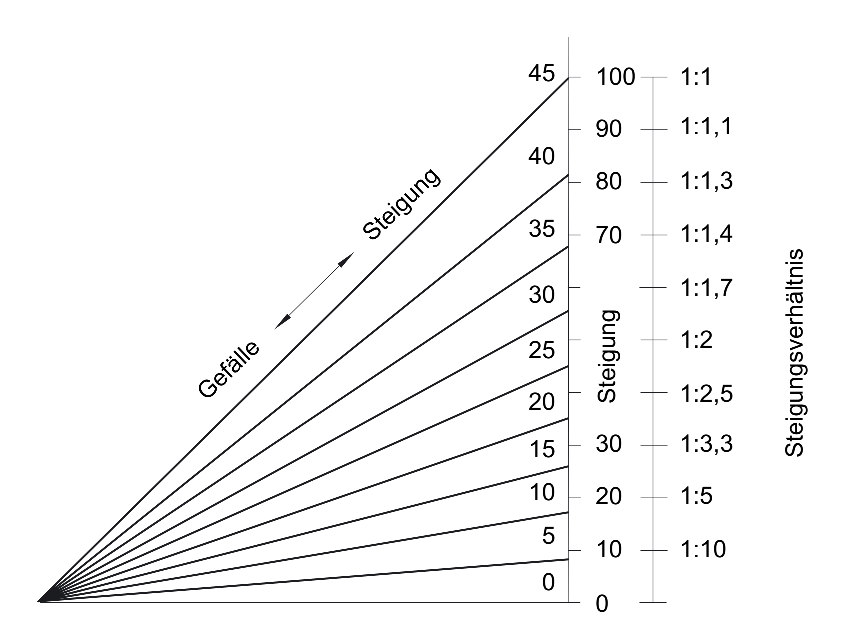
Beispielrechnung:

Steigung 25%. Wie groß ist der Steigungswinkel?

$$\tan\alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$$\alpha = \arctan 0{,}25$$
$$\alpha = 14°$$

Bild 103: Steigungsverhältnis, Steigung, Steigungswinkel ESC-171



9.4.3 Berechnung der Steigfähigkeit

Die Steigfähigkeit ist abhängig von:

- Zugkraft (siehe Formel 21)
- Zuggesamtmasse einschließlich Gesamtmasse des Anhängers oder Aufliegers
- Rollwiderstand
- Kraftschluss (Reibung).

Für die Steigfähigkeit gilt:

Formel 24: Steigfähigkeit

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

p	=	Steigfähigkeit [%]
M_{Mot}	=	Motordrehmoment [Nm]
F_z	=	Zugkraft in [N] Berechnung nach Formel 21
G_z	=	Zuggesamtmasse in [kg]
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert siehe Tabelle 27
i_G	=	Getriebeübersetzung
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
U	=	Abrollumfang des Reifens [m]
η	=	Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang siehe Tabelle 28



Formel 24 ermittelt die Steigfähigkeit die das zu berechnende Fahrzeug aufgrund seiner Eigenschaften

- Motordrehmoment
- Übersetzung von Getriebe, Verteilergetriebe, Achsantrieb und Bereifung
- Zuggesamtmasse hat.

Dabei wird ausschließlich die Fähigkeit des Fahrzeugs betrachtet aufgrund seiner Eigenschaften eine bestimmte Steigung zu bewältigen. Nicht berücksichtigt wird der tatsächlich vorhandene Kraftschluss zwischen Rädern und Fahrbahn, der bei schlechter (z. B. nasser) Fahrbahn dem Vortrieb weit unter der hier berechneten Steigfähigkeit ein Ende setzen kann. Die Ermittlung der tatsächlichen Verhältnisse aufgrund des vorhandenen Kraftschlusses wird mit Formel 25 diskutiert.

Tabelle 27: Rollwiderstandsbeiwerte

Fahrbahn	Beiwert f_R
gute Asphaltstrasse	0,007
nasse Asphaltstrasse	0,015
gute Betonstrasse	0,008
rauhe Betonstrasse	0,011
Steinpflaster	0,017
schlechte Strasse	0,032
Erdweg	0,15...0,94
loser Sand	0,15...0,30

Tabelle 28: Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang

Anzahl der angetriebenen Achsen	η
eine angetriebene Achse	0,95
zwei angetriebene Achse	0,9
drei angetriebene Achse	0,85
vier angetriebene Achse	0,8

Beispielrechnung:

Fahrzeug:	Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB		
maximales Motordrehmoment:	M_{Mot}	=	2.100 Nm
Wirkungsgrad bei drei angetriebene Achsen:	η_{ges}	=	0,85
Getriebeübersetzung im langsamsten Gang:	i_G	=	13,80
Verteilergetriebeübersetzung im Straßengang:	i_V	=	1,007
im Geländegang:	i_V	=	1,652
Antriebsachsübersetzung:	i_A	=	4,00
Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:	U	=	3,280 m
Zuggesamtmasse:	G_Z	=	100.000 kg
Rollwiderstandsbeiwert:			
- glatte Asphaltstraße	f_R	=	0,007
- schlechte, aufgefahrene Straße	f_R	=	0,032



Gesucht:

Maximale Steigfähigkeit p_f im Straßen- und Geländegang.

Lösung:

1. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Straßengang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}8 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}{3{,}280}$$

$$F_z = 190070N = 190{,}07\ kN$$

2. maximale Zugkraft (Definition siehe Formel 21) im Geländegang:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}8 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}00}{3{,}280}$$

$$F_z = 311812N = 311{,}8\ kN$$

3. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

$$p = 100 \cdot \left[\frac{190070}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 18{,}68\%$$

4. maximale Steigfähigkeit im Straßengang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{190070}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 16{,}18\%$$



5. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf guter Asphaltstraße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{311812}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 31{,}09\%$$

6. maximale Steigfähigkeit im Geländegang auf schlechter, aufgefahrener Straße:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{311812}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 28{,}58\%$$

Anmerkung:

Die genannten Beispiele berücksichtigen nicht, ob die notwendige Zugkraft zur Bewältigung der Steigung aufgrund des Kraftschlusses zwischen Fahrbahn und Antriebsräder (Reibung) übertragen werden kann. Hier gilt nachfolgende Formel:

Formel 25: Steigfähigkeit aufgrund Kraftschluss Fahrbahn-Reifen

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

Es bedeuten:

p_R	=	Steigfähigkeit aufgrund Reibung in [%]
μ	=	Kraftschlussbeiwert Reifen/ Fahrbahn, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,5
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, bei nasser Asphaltfahrbahn ~ 0,015
G_{an}	=	Summe der Achslasten der Antriebsachsen im Sinne von Massen in [kg]
G_Z	=	Zuggesamtmasse in [kg]

Beispielrechnung:

obiges Fahrzeug:	Typ H56 TGA 33.430 6x6 BB		
Kraftschlussbeiwert nasse Asphaltstraße:	μ	=	0,5
Rollwiderstandsbeiwert nasse Asphaltstraße:	f_R	=	0,015
Zuggesamtmasse:	G_Z	=	100.000 kg
Summe der Achslasten aller angetrieben Achsen:	G_{an}	=	26.000 kg

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{0{,}5 \cdot 26000}{100000} - 0{,}015 \right]$$

$$p_R = 11{,}5\%$$

9.5 Drehmoment

Wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Formel 26: Drehmoment mit Kraft und Wirkabstand

$$M = F \cdot l$$

Wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Formel 27: Drehmoment mit Leistung und Drehzahl

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Wenn in der Hydraulik Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Formel 28: Drehmoment mit Fördermenge, Druck und Drehzahl

$$M = \frac{15{,}9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

M	=	Drehmoment in [Nm]
F	=	Kraft in [N]
l	=	Wirkabstand der Kraft vom Drehpunkt in [m]
P	=	Leistung in [kW]
n	=	Drehzahl in [1/min]
η	=	Wirkungsgrad
Q	=	Volumenstrom in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

Beispielrechnung, wenn Kraft und Wirkabstand bekannt sind:

Eine Seilwinde mit F = 50.000 N Zugkraft hat einen Trommeldurchmesser von d = 0,3 m.
Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades vorhanden?

Lösung:

$M = F \cdot l = F \cdot 0{,}5\ d$ (der Trommelradius ist der Hebelarm)

$M = 50000 N \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3\ m$

$M = 7500\ Nm$

Beispiel, wenn Leistung und Drehzahl bekannt sind:

Ein Nebenabtrieb soll eine Leistung von P = 100 kW bei n = 1500/min übertragen.
Welches Drehmoment muss der Nebenabtrieb ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades übertragen können?



Lösung:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637 \text{ Nm}$$

Beispiel, wenn bei einer Hydraulikpumpe Fördermenge (Volumenstrom), Druck und Drehzahl bekannt sind:

Eine Hydraulikpumpe fördert einen Volumenstrom von Q = 80 l/min bei einem Druck von p = 170 bar und einer Pumpendrehzahl von n = 1000/min. Welches Drehmoment ist ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades erforderlich?

Lösung:

$$M = \frac{15{,}9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216 \text{ Nm}$$

Soll der Wirkungsgrad berücksichtigt werden, müssen die errechneten Drehmomente jeweils durch den Gesamtwirkungsgrad dividiert werden (siehe auch Abschnitt 9.2 Wirkungsgrad).

9.6 Leistung

Bei Hubbewegung:

Formel 29: Leistung bei Hubbewegung

$$M = \frac{9{,}81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Bewegung in der Ebene:

Formel 30: Leistung bei Bewegung in der Ebene

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Bei Umdrehungsbewegung:

Formel 31: Leistung bei Umdrehungsbewegung

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$



In der Hydraulik:

Formel 32: Leistung in der Hydraulik

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

Es bedeuten:

P	=	Leistung in [kW]
m	=	Masse in [kg]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]
η	=	Wirkungsgrad
F	=	Kraft in [N]
M	=	Drehmoment in [Nm]
n	=	Drehzahl in [1/min]
Q	=	Fördermenge (Volumenstrom) in [l/min]
p	=	Druck in [bar]

1. Beispiel - Hubbewegung:

Ladebordwand-Nutzlast inklusive Eigengewicht	m	=	2. 600 kg
Hubgeschwindigkeit	v	=	0,2 m/s

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{9,81 \cdot 2600 \cdot 0,2}{1000}$$

$$P = 5,1 \text{ kW}$$

2. Beispiel - Bewegung in der Ebene:

Seilwinde	F	=	100.000N
Seilgeschwindigkeit	v	=	0,15 m/s

Wie groß ist der Leistungsbedarf, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

$$P = \frac{100000 \cdot 0,15}{1000}$$

$$P = 15 \text{ kW}$$

3. Beispiel - Drehbewegung:

Nebenabtriebsdrehzahl	n	=	1.800/min
Zulässiges Drehmoment	M	=	600 Nm



Welche Leistung ist möglich, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113 \text{ kW}$$

4. Beispiel - Hydraulik:

Volumenstrom der Pumpe	Q = 60 l/min
Druck	p = 170 bar

Wie groß ist die Leistung, wenn der Wirkungsgrad nicht berücksichtigt wird?

Lösung:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17 \text{ kW}$$

9.7 Nebenabtriebsdrehzahlen am Verteilergetriebe

Läuft der Nebenabtrieb am Verteilergetriebe im wegabhängigen Einsatz, wird seine Drehzahl n_N in Umdrehungen je Meter zurückgelegten Weg angegeben. Sie errechnet sich zu:

Formel 33: Drehzahl je Meter, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

Die Wegstrecke s in zurückgelegte Meter je Umdrehung des Nebenabtriebs (Reziprokwert von n_N) errechnet sich mit:

Formel 34: Weg je Umdrehung, Nebenabtrieb am Verteilergetriebe

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

Es bedeuten:

n_N	=	Nebenabtriebsdrehzahl in [1/m]
i_A	=	Antriebsachsübersetzung
i_V	=	Verteilergetriebeübersetzung
U	=	Reifenumfang in [m]
s	=	gefahrene Wegstrecke in [m]

Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H80 TGA 18.480 4x4 BL
Bereifung 315/80 R 22.5 mit Abrollumfang:	U = 3,280 m
Antriebsachsübersetzung:	i_A = 5,33
Verteilergetriebe G 172 Übersetzung im Straßengang:	i_v = 1,007
Übersetzung im Geländegang:	i_v = 1,652



Nebenabtriebsdrehzahl im Straßengang:

$$n_N = \frac{5{,}33 \cdot 1{,}007}{3{,}280}$$

$$n_N = 1{,}636/\mathrm{m}$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3{,}280}{5{,}33 \cdot 1{,}007}$$

$$s = 0{,}611\ \mathrm{m}$$

Nebenabtriebsdrehzahl im Geländegang:

$$n_N = \frac{5{,}33 \cdot 1{,}652}{3{,}280}$$

$$n_N = 2{,}684/\mathrm{m}$$

Dem entspricht ein Weg von:

$$s = \frac{3{,}280}{5{,}33 \cdot 1{,}652}$$

$$s = 0{,}372\ \mathrm{m}$$

9.8 Fahrwiderstände

Die wichtigsten Fahrwiderstände sind:

- Rollwiderstand
- Steigungswiderstand
- Luftwiderstand.

Ein Fahrzeug kann nur dann fahren, wenn die Summe aller Widerstände überwunden wird. Widerstände sind Kräfte, die sich mit der Antriebskraft die Waage halten (gleichförmige Bewegung) oder kleiner sind als die Antriebskraft (beschleunigte Bewegung).

Formel 35: Rollwiderstandskraft

$$F_R = 9{,}81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

Formel 36: Steigungswiderstandskraft

$$F_S = 9{,}81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$



Steigungswinkel (= Formel 23 siehe Abschnitt 9.4.2 Steigungs- oder Gefällewinkel)

$$\tan\alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan\frac{p}{100}$$

Formel 37: Luftwiderstandskraft

$$F_L = 0{,}6 \cdot c_W \cdot A \cdot v^2$$

Es bedeuten:

F_R	=	Rollwiderstandskraft in [N]
f_R	=	Rollwiderstandsbeiwert, siehe Tabelle 27
G_Z	=	Zuggesamtmasse in [kg]
α	=	Steigungswinkel in [°]
F_S	=	Steigungswiderstandskraft in [N]
p	=	Steigung in [%]
F_L	=	Luftwiderstandskraft in [N]
c_W	=	Luftwiderstandsbeiwert
A	=	Fahrzeugstirnfläche in [m²]
v	=	Geschwindigkeit in [m/s]

Beispiel:

Sattelkraftfahrzeug:	G_Z	=	40.000 kg
Geschwindigkeit:	v	=	80 km/h
Steigung:	p_f	=	3%
Fahrzeug-Stirnfläche:	A	=	7 m²
Rollwiderstandsbeiwert für gute Asphaltstraße:	f_R	=	0,007

Es soll der Unterschied festgestellt werden:

- mit Spoiler, $c_{W1} = 0{,}6$
- ohne Spoiler, $c_{W2} = 1{,}0$

Lösung:

Nebenrechnung 1:

Umrechnung der Fahrgeschwindigkeit von km/h in m/s:

$$v = \frac{80}{3{,}6} = 22{,}22 \text{ m/s}$$

Nebenrechnung 2:

Umrechnung der Steigfähigkeit von % in Grad:

$$\alpha = \arctan\frac{3}{100} = \arctan 0{,}03$$

$$\alpha = 1{,}72°$$



1. Berechnung des Rollwiderstandes:

$$F_R = 9{,}81 \cdot 0{,}007 \cdot 40000 \cdot \cos 1{,}72°$$

$$F_R = 2746\ N$$

2. Berechnung des Steigungswiderstandes:

$$F_S = 9{,}81 \cdot 40000 \cdot \sin 1{,}72°$$

$$F_S = 11778\ N$$

3. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L1} mit Spoiler:

$$F_{L1} = 0{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 7 \cdot 22{,}22^2$$

$$F_{L1} = 1244\ N$$

4. Berechnung des Luftwiderstandes F_{L2} ohne Spoiler:

$$F_{L2} = 0{,}6 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 22{,}22^2$$

$$F_{L2} = 2074\ N$$

5. Gesamtwiderstand F_{ges1} mit Spoiler:

$$F_{ges1} = F_R + F_s + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768\ N$$

6. Gesamtwiderstand F_{ges2} ohne Spoiler:

$$F_{ges2} = F_R + F_s + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598\ N$$

7. Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler ohne Wirkungsgrad:

(Leistung nach Formel 30: Leistung bei Bewegung in der Ebene)

$$P_1‘ = \frac{F_{ges1} \cdot v}{1000}$$

$$P_1‘ = \frac{15768 \cdot 22{,}22}{1000}$$

$$P_1‘ = 350\ kW\ (476\ PS)$$



8. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler ohne Wirkungsgrad:

$$P_2' = \frac{F_{ges2} \cdot v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_2' = 369 \text{ kW (502 PS)}$$

9. Leistungsbedarf P_1 mit Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang η = 0,95:

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0,95}$$

$$P_1 = 368 \text{ kW (501 PS)}$$

10. Leistungsbedarf P_2 ohne Spoiler mit Gesamtwirkungsgrad im Antriebsstrang η = 0,95:

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0,95}$$

$$P_2 = 388 \text{ kW (528 PS)}$$

9.9 Spurkreis

Bei der Kreisfahrt eines Fahrzeugs beschreibt jedes Rad einen Spurkreis. Von Interesse ist hauptsächlich der äußere Spurkreis, bzw. dessen Halbmesser. Die Berechnung ist nicht genau, weil beim Kurvenlauf eines Fahrzeugs die auf den Mitten aller Räder errichteten Senkrechten sich nicht im Kurvenmittelpunkt schneiden (=Ackermann-Bedingung). Außerdem treten während der Fahrt dynamische Kräfte auf, die die Kurvenfahrt beeinflussen. Trotzdem sind folgende Formeln für Abschätzungen brauchbar:

Formel 38: Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2r_o$$

Formel 39: Sollwert des äußeren Lenkeinschlagwinkels

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

Formel 40: Lenkabweichung

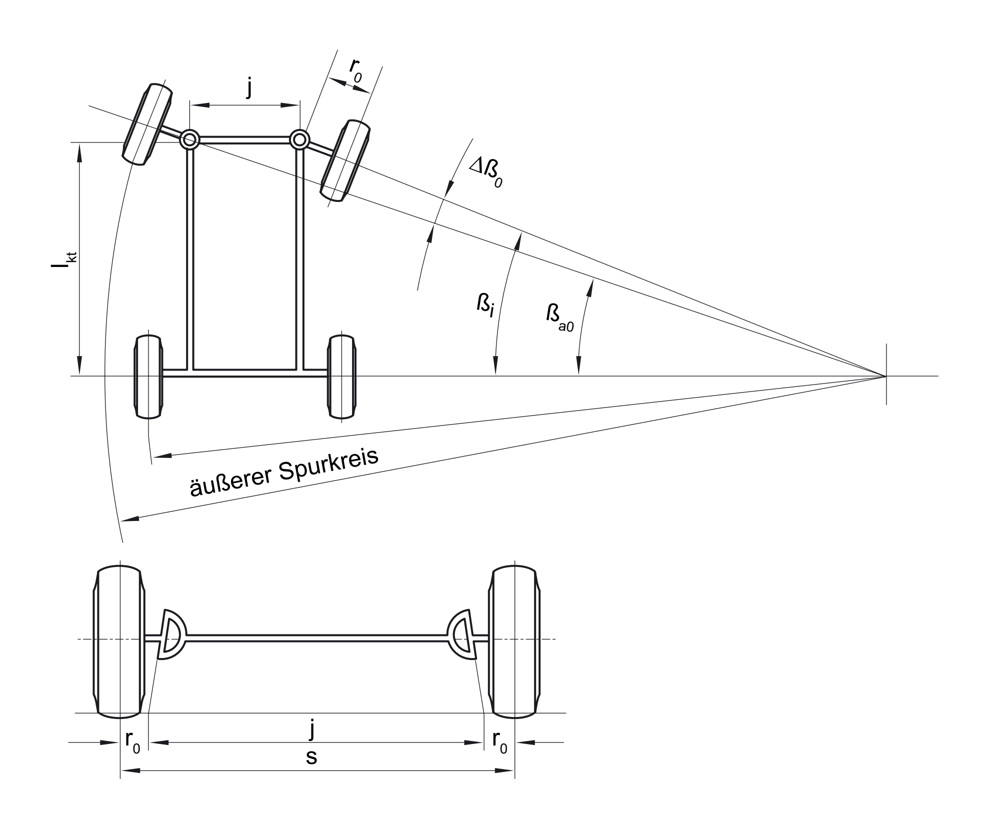
$$ß_F = ß_a - ß_{ao}$$

Formel 41: Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin ß_{ao}} + r_o - 50 \cdot ß_F$$



Bild 104: Kinematische Zusammenhänge zur Spurkreisermittlung ESC-172



Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H06 TGA 18.350 4x2 BL
Radstand:	l_{kt} = 3.900 mm
Vorderachse:	Typ VOK-09
Bereifung:	315/80 R 22.5
Felge:	22.5 x 9.00
Spurweite:	s = 2.048 mm
Lenkrollhalbmesser:	r_0 = 49 mm
Lenkeinschlagwinkel innen:	$ß_i$ = 49,0°
Lenkeinschlagwinkel außen:	$ß_a$ = 32°45‘ = 32,75°

1. Abstand der Spreizachsen

$$j = s - 2 \cdot r_o = 2048 - 2 \cdot 49$$
$$j = 1950$$

2. Sollwert äußerer Lenkeinschlagwinkel

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}} = 0{,}8693 + \frac{1950}{3900}$$

$$\cot ß_{ao} = 1{,}369$$

$$ß_{ao} = 36{,}14°$$



3. Lenkabweichung

$$ß_F = ß_a - ß_{ao} = 32{,}75° - 36{,}14° = -3{,}39°$$

4. Spurkreishalbmesser

$$r_s = \frac{3900}{\sin 36{,}14°} + 49 - 50 \cdot (-3{,}39°)$$

$$r_s = 6831 \text{ mm}$$

9.10 Achslastberechnung

9.10.1 Durchführen einer Achslastberechnung

Für die Fahrzeugoptimierung und richtige Aufbauauslegung ist die Erstellung einer Achslastberechnung unerlässlich.
Die Abstimmung des Aufbaus mit dem Lkw ist nur dann möglich, wenn vor Beginn aller Aufbauarbeiten das Fahrzeug verwogen wird.
Die durch Wiegen ermittelten Gewichte sind in die Achslastberechnung aufzunehmen.

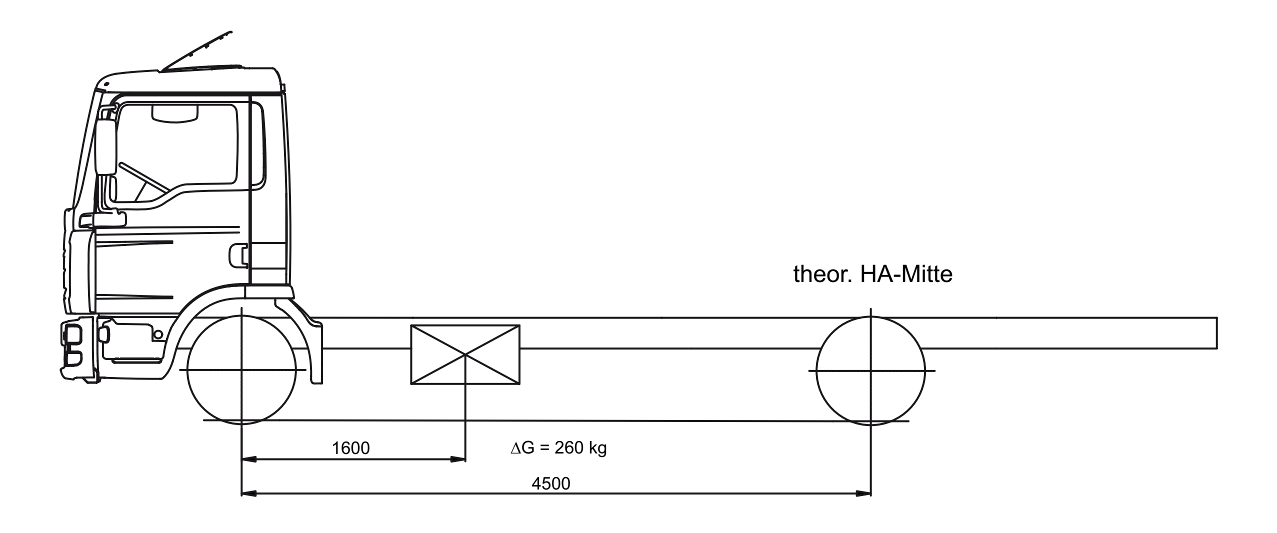
Im Folgenden wird eine Achslastberechnung erklärt. Zur Verteilung der Aggregatgewichte auf Vorder- und Hinterachse dient der Momentensatz. Alle Abstandsmaße sind auf die theoretische Vorderachsmitte zu beziehen. Gewicht wird in den nachfolgenden Formeln aus Gründen der Verständlichkeit nicht im Sinn von Gewichtskraft in [N] sondern im Sinn von Massen in [kg] verwendet.

Beispiel:

Anstelle eines 140-l-Tanks erfolgt die Montage eines 400-l-Tanks, gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

Differenzgewicht:	ΔG	=	400 - 140 = 260 kg
Abstand von theoretischer Vorderachsmitte		=	1.600 mm
theoretischer Radstand	l_t	=	4.500 mm

Bild 105: Achslastberechnung: Tankanordnung ESC-550





Lösung:

Formel 42: Differenzgewicht Hinterachse:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t}$$

$$= \frac{260 \cdot 1600}{4500}$$

$$\Delta G_H = 92 \text{ kg}$$

Formel 43: Differenzgewicht Vorderachse:

$$\Delta G_V = \Delta G \cdot \Delta G_H$$

$$= 260 - 92$$

$$\Delta G_V = 168 \text{ kg}$$

Das Auf- oder Abrunden auf volle kg genügt in der Praxis vollkommen. Auf das mathematisch korrekte Vorzeichen ist zu achten. Daher gilt folgende Vereinbarung:

- Maße:
  - alle Abstandsmaße die VOR der theoretischen Vorderachsmitte liegen erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-)
  - alle Abstandsmaße die HINTER der theoretischen Vorderachsmitte liegen erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
- Gewichte
  - alle Gewichte die das Fahrzeug BELASTEN erhalten ein PLUS-Vorzeichen (+)
  - alle Gewichte von Aggregaten die das Fahrzeug ENTLASTEN erhalten ein MINUS-Vorzeichen (-).

Beispiel - Schneepflugplatte:

Gewicht:	ΔG	=	120 kg
Abstand von Mitte erster Achse:	a	=	-1.600 mm
theoretischer Radstand:	l_t	=	4.500 mm

Gesucht ist die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse.

Hinterachse:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} = \frac{120 \cdot (-1600)}{4500}$$

ΔG_H = -43 kg, die Hinterachse wird entlastet.

Vorderachse:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

ΔG_V = 163 kg, die Vorderachse wird belastet.

In folgender Tabelle ist als Beispiel eine vollständig durchgeführte Achslastberechnung dargestellt. Im Beispiel werden in einer Achslastberechnung zwei Varianten gegenüber gestellt (Variante 1 mit eingeklapptem Ladekranarm, Variante 2 mit gestrecktem Ladekranarm, siehe Tabelle 29)

Tabelle 29: Beispiel Achslastberechnung

ACHSLASTBERECHNUNG
MAN - Truck & Bus AG, Postf. 500620, 80976 München

Abt.	: ESC	Fzg., MAN	:	TGL 8.210 4x2 BB			2006-12-20
Sachb.	:	Radstand	:	3600	Ber. - Nr.	:	N03-...........
Kurzz.	:	R - tech.	:	3600	KSW - Nr..	:	
Tel.	:	Überh.	:	1275 = Serie	AE - Nr..	:	
		Überh.	:	= Sonder	Fg. - Nr.	:	
		Überh.tech.	:	1275	File-N.	:	
VN	:	Fg.-Znr.	:	81.99126.0186	ESC Nr.	:	
Kunde	:	Aufbau	:	**3.800mm 3-Seiten-Kipper und Ladekran h. Fhs.**			
Ort	:			**Krangesamtmoment 67kNm**			

Benennung	Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf			Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf		
	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt
Fahrgestell mit Fahrer, Werkzeug u. Reserverad		2.610	875	3.485		2.610	875	3.485
Anhängerkupplung	4.875	-12	47	35	4.875	-12	47	35
Auspuffrohr hochgezogen, links	480	30	5	35	480	30	5	35
Komfortsitz f. Fahrer	-300	16	-1	15	-300	16	-1	15
Kraftstofftank Stahl, 150 ltr. (Serie 100 ltr.)	2.200	27	43	70	2.200	27	43	70
KuKoKu m. Anbau	4.925	-4	14	10	4.925	-4	14	10
Kunststoffkotflügel HA	3.600	0	25	26	3.600	0	25	25
Luftkessel Anhängerbetrieb (Kipper)	2.905	4	16	20	2.905	4	16	20
Nebenabtrieb u. Pumpe	1.500	11	4	15	1.500	11	4	15
Reifen HA 225/75 R 17,5	3.600	0	10	10	3.600	0	10	10
Reifen VA 225/75 R 17,5	0	5	0	5	0	5	0	5
Schlußquertr. f. AHK	4.875	-11	41	30	4.875	-11	41	30
Sitzbank	-300	22	-2	20	-300	22	-2	20
Stabilisator HA	3.900	-3	33	30	3.900	-3	33	30
Sonstiges	1.280	29	16	45	1.280	29	16	45
Öltank	1.559	60	45	105	1.559	60	45	105
Ladekran, Arm eingeklappt **	1.020	631	249	880	0	0	0	0
Verstärkung im Kranbereich	1.100	31	14	45	1.100	31	14	45
Hilfsrahmen u. Kippbrücke	3.250	90	840	930	3.250	90	840	930
Ladekran, Arm gestreckt ***					**0**	**0**	**0**	**0**
					1.770	**447**	**433**	**880**
					0	0	0	0
					0	0	0	0



Fahrgestell - Leergewicht		3.540	2.275	5.815		3.357	2.458	5.815
Zulässige Lasten		3.700	5.600	7.490		3.700	5.600	7.490
Differenz Leergewicht zu zul. Lasten		160	3.325	1.675		343	3.142	1.675
Schwerp. für Nutz- VA ausgel. X1 =	344	160	1.515	1.675	738	343	1.332	1.675
Last u. Aufbau bez. HA ausgel. X2 =	-3.547	-1.650	3.325	1.675	-3153	-1467	3.142	1.675
auf techn. HA-Mitte ausgeführt X3 =	250	116	1.559	1.675	250	116	1.559	1.675
Achsüberlastung		-44	-1766			-227	-1.583	
Nutzlastverlust durch Achsüberlastung				0				0
Bei gleichmäßiger Beladung verbleibt		116	1559	1675		116	1.559	1.675
Nutzlast	0	0	0	0	0	0	0	0
Fahrzeug beladen		3.656	3834	7490		3473	4.017	7.490
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		98,8%	68,5%	100,0%		93,9%	71,7%	100,0%
Achslastverteilung		48,8%	51,2%	100,0%		46,4%	53,6%	100,0%
Fahrzeug leer		3540	2275	5815		3357	2458	5815
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		95,7%	40,6%	77,6%		90,7%	43,9%	77,6%
Achslastverteilung		60,9%	39,1%	100,0%		57,7%	42,3%	100,0%
Fahrzeugüberhang 47,2 %								
***** Kranarmablage erfolgt nach hinten (VA-Entlastung !!)**								
Fertigungstoleranzen beachten! Angaben ohne Gewähr.								

9.10.2 Gewichtsberechnung Nachlaufachse angehoben

Die in MANTED® (www.manted.de) und anderen technischen Unterlagen angegebenen Gewichte von Nachlaufachsfahrzeugen sind bei abgesenkter Nachlaufachse ermittelt worden. Die Verteilung der Achslasten auf Vorder- und Antriebsachse nach Anheben der Nachlaufachse ist durch Rechnen leicht zu ermitteln.

Gewicht auf der 2. Achse (Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

Formel 44: Gewicht auf 2. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \bullet l_t}{l_{12}}$$

Es bedeuten:

G_{2an} = Leergewicht an der 2. Achse bei angehobener 3. Achse in [kg]
G_{23} = Leergewicht der 2. und 3. Achse in [kg]
l_{12} = Radstand 1. zu 2. Achse in [mm]
l_t = theoretischer Radstand in [mm]

Gewicht auf der Vorderachse bei angehobener 3. Achse (Nachlaufachse):

Formel 45: Gewicht auf 1. Achse, 3. Achse angehoben

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$



Es bedeuten:

G_{1an} = Leergewicht an der 1. Achse bei angehobener Nachlaufachse in [kg]
G = Leergewicht des Fahrzeugs in [kg]

Beispiel:

Fahrzeug:	Typ H21 TGA 26.400 6x2-2 LL
Radstand:	4.800 + 1.350
Rahmenüberhang:	2.600
Fahrerhaus:	XXL

Leergewicht bei abgesenkter Nachlaufachse:

Vorderachse	G_{1ab} =	5.100 kg
Antriebs- mit Nachlaufachse	G_{23} =	3.505 kg
Leergewicht	G =	8.605 kg

Zulässige Achslasten: 7.500 kg / 11.500 kg / 7.500 kg

Lösung:

1. Ermittlung des theoretischen Radstandes (siehe Kapitel ‚Allgemeines'):

$$l_t = l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3}$$

$$l_t = 4.800 + \frac{7.500 \cdot 1.350}{11.500 + 7.500}$$

$$l_t = 5.333 \text{ mm}$$

2. Ermittlung des Leergewichtes der 2. Achse (= Antriebsachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3.505 \cdot 5.333}{4.800}$$

$$G_{2an} = 3.894{,}2 \text{ kg}$$

3. Ermittlung des Leergewichtes der 1. Achse (= Vorderachse) bei angehobener 3. Achse (= Nachlaufachse):

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

$$G_{1an} = 8.605 - 3.894{,}2$$

$$G_{1an} = 4.710{,}8 \text{ kg}$$



9.11 Auflagerlänge bei Aufbau ohne Hilfsrahmen

Die Berechnung der erforderlichen Auflagerlänge berücksichtigt im folgenden Beispiel nicht alle Einflüsse. Sie zeigt jedoch eine Möglichkeit auf und gibt gute Anhaltswerte für die Praxis.

Die Länge eines Auflagers wird berechnet mit:

Formel 46: Formel Auflagerlänge ohne Hilfsrahmen

$$l = \frac{0{,}175 \cdot F \cdot E\,(r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Bestehen Rahmen und Auflager aus unterschiedlichen Werkstoffen, dann ist:

Formel 47: E-Modul bei verschiedenen Werkstoffen

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

Es bedeuten:

l	=	Auflagerlänge je Auflager in [mm]
F	=	Kraft je Auflager in [N]
E	=	Elastizitätsmodul in [N/mm²]
r_R	=	Außenradius Rahmenlängsträgerprofil in [mm]
r_A	=	Außenradius Auflagerprofil in [mm]
$\sigma_{0,2}$	=	Streckgrenze des minderwertigeren Werkstoffs in [N/mm²]
E_R	=	Elastizitätsmodul Rahmenlängsträgerprofil in [N/mm²]
E_A	=	Elastizitätsmodul Auflagerprofil in [N/mm²]

Beispiel:

Fahrgestell für Wechselaufbau Typ H21 TGA 26.400 6x2-2 LL, Radstand 4.500 + 1.350, Großraumfahrerhaus, zul. Gesamtgewicht 26.000 kg, Fahrgestell-Leergewicht 8.915 kg.

Lösung:

Für Nutzlast und Aufbau bleiben ca.	26.000 kg – 8.915 kg = 17.085 kg
Je Auflager bei 6 Lagerstellen am Fahrgestell	17.085: 6 = 2.847 kg
Kraft	F = 2.847 kg • 9,81 kg • m/s² = 27.933 N
Außenradius Rahmenprofil	r_R = 18 mm
Außenradius Auflagerprofil	r_A = 16 mm
Elastizitätsmodul für Stahl	E = 210.000 N/mm²
Streckgrenze für beide Werkstoffe	$\sigma_{0,2}$ = 420 N/mm²

Eingesetzt in Formel 46 kann die minimale Länge je Auflager überschlägig bestimmt werden:

$$l = \frac{0{,}175 \cdot 27.933 \cdot 210.000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

l = 655 mm



9.12 Verbindungseinrichtungen

9.12.1 Anhängekupplung

Die erforderliche Größe der Anhängekupplung wird durch den D-Wert bestimmt.

Die D-Wert-Formel lautet:

Formel 48: D-Wert

$$D = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D = D-Wert in [kN]
T = zulässiges Gesamtgewicht des ziehenden Fahrzeugs in [t]
R = zulässiges Gesamtgewicht des Anhängers in [t]

Beispiel:

Fahrzeug TGA H05 18.460 4x2 BL

Zulässiges Gesamtgewicht 18.000 kg = T = 18 t

Anhängelast 26.000 kg = R = 26 t

D-Wert:

$$D = \frac{9{,}81 \cdot 18 \cdot 26}{18 + 26}$$

$$D = 104 \text{ kN}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Anhängers R und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich das zulässige Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T nach folgender Formel ermitteln:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9{,}81 \cdot R) - D}$$

Bei vorgegebenem zulässigen Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs T und D-Wert der Verbindungseinrichtung lässt sich die maximal zulässige Anhängelast R nach folgender Formel ermitteln:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9{,}81 \cdot T) - D}$$

9.12.2 Starrdeichselanhänger/ Zentralachsanhänger

Zusätzlich zur D-Wert-Formel gelten für Starrdeichselanhänger/ Zentralachsanhänger weitere Bedingungen:
Anhängekupplungen und Schlussquerträger haben verringerte Anhängelasten, da in diesem Fall zusätzlich die auf Anhängekupplung und den Schlussquerträger wirkende Stützlast zu berücksichtigen ist.

Zur Angleichung der Rechtsvorschriften innerhalb der europäischen Union wurden mit der Richtlinie 94/20/EG deshalb die Begriffe D_c-Wert und V-Wert eingeführt:



Es gelten folgende Formeln:

Formel 49: D_C-Wert-Formel für Starrdeichsel- und Zentralachsanhänger

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

Formel 50: V-Wert-Formel für Zentralachs- und Starrdeichselanhänger mit einer zulässigen Stützlast von ≤ 10% der Anhängemasse und nicht mehr als 1.000 kg

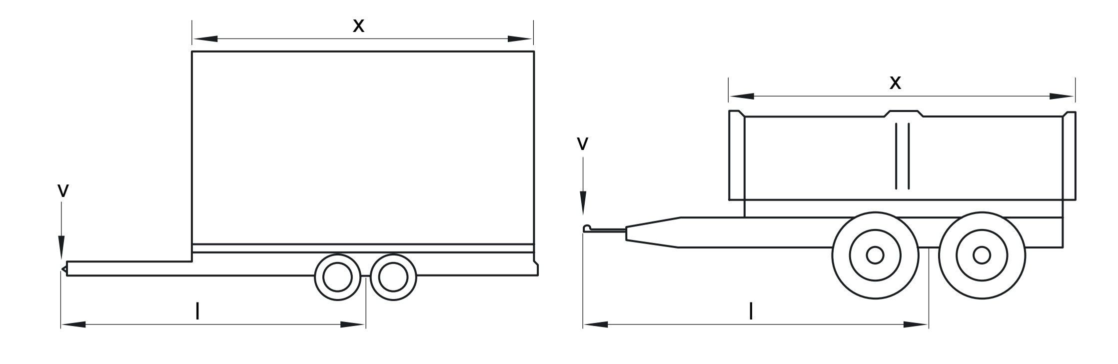
$$V = a \cdot \frac{X^2}{l_2} \cdot C$$

Bei rechnerisch ermittelten Werten $x^2/l^2 < 1$ ist 1,0 einzusetzen

Es bedeuten:

D_C	=	reduzierter D-Wert beim Betrieb mit Zentralachsanhänger in [kN]
T	=	zulässiges Gesamtgewicht des Zugfahrzeugs in [t]
C	=	Summe der Achslasten des mit der zulässigen Masse beladenen Zentralachsanhängers in [t] ohne Stützlast S
V	=	V-Wert in [kN]
a	=	Vergleichsbeschleunigung im Kuppelpunkt in [m/s²]. Es sind zu verwenden: 1,8 m/s² bei Luftfederung oder vergleichbarer Federung am Zugfahrzeug bzw. 2,4 m/s² bei allen anderen Federungen
x	=	Aufbaulänge Anhänger siehe Bild 106
l	=	theoretische Zugdeichsellänge siehe Bild 106
S	=	Stützlast der Zugdeichsel am Kuppelpunkt in [kg]

Bild 106: Aufbaulänge Anhänger und theoretische Zugdeichsellänge (siehe auch Kapitel 4 ‚Verbindungseinrichtungen') ESC-510



Beispiel:

Fahrzeug:	Typ N13 TGL 8.210 4x2 BL
Zulässiges Gesamtgewicht	7.490 kg = T = 7,49 t
Anhänger:	
Summe der Achslasten Anhänger:	11.000 kg = C = 11 t
Stützlast:	S = 700 kg
Aufbaulänge:	x = 6,2 m
theoretische Zugdeichsellänge:	l = 5,2 m

Fragestellung: Können beide Fahrzeuge einen Zug bilden, wenn am Lkw der Schlussquerträger verstärkt mit der Anhängekupplung Ringfeder 864 montiert ist?



Lösung:

D_C-Wert:

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9{,}81 \cdot 7{,}49 \cdot 11}{7{,}49 + 11}$$

$$D_C = 43{,}7 \text{ kN}$$

D_C-Wert Schlussquerträger: = 64 kN (siehe Kapitel 4 ‚Verbindungseinrichtungen_TG‘, Tabelle 2)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6{,}2^2}{5{,}2^2} = 1{,}42$$

$$V = a \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1{,}8 \cdot 1{,}42 \cdot 11$$ (1,8 bei Luftfederung an der Hinterachse des Lkw)

$$V = 28{,}12 \text{ kN}$$

V-Wert-Schlussquerträger = 35 kN (siehe Kapitel 4.‚Verbindungseinrichtungen_TG‘, Tabelle 2)

Beide Fahrzeuge können einen Zug bilden, es ist aber die Einhaltung der Mindestvorderachslast von 30% des jeweiligen Fahrzeuggewichts (einschließlich Stützlast) nach Allgemeine technische Grundlagen in der Aufbaurichtlinie TGL/ TGM vorgeschrieben.

Ein unbeladener Lkw darf nur einen unbeladenen Zentralachsanhänger ziehen.

9.12.3 Sattelkupplung

Die erforderliche Größe der Sattelkupplung wird durch den D-Wert bestimmt. Die D-Wert-Formel für Sattelkupplungen lautet:

Formel 51: D-Wert Sattelkupplung

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Bei gegebenem D-Wert und gesuchtem zulässigen Gesamtgewicht des Aufliegers gilt:

Formel 52: Zulässiges Gesamtgewicht des Aufliegers

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot T) - D}$$

Liegt das zulässige Gesamtgewicht des Aufliegers und der D-Wert der Sattelkupplung fest, so lässt sich das zulässige Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine mit folgender Formel errechnen:

Formel 53: Zulässiges Gesamtgewicht Sattelzugmaschine

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot R) - D}$$



Wenn die Sattellast gesucht ist, alle anderen Lasten aber bekannt sind, ergibt sich die Formel zu:

Formel 54: Formel Sattellast

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Es bedeuten:

D	=	D-Wert in [kN]
R	=	zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers in [t] einschließlich der Sattellast
T	=	zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine in [t] einschließlich der Sattellast
U	=	Sattellast in [t]

Beispiel:

Sattelzugmaschine:	TGA 18.390 4x2 LL
Sattellast laut Anhängertypschild:	U = 10.750 kg = 10,75 t
zulässiges Gesamtgewicht der Sattelzugmaschine:	18.000 kg = T = 18 t
zulässiges Gesamtgewicht des Sattelanhängers:	32.000 kg = R = 32 t

D-Wert:

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10,75}$$

$$D = 86,38 \text{ kN}$$